

## **Parkes Pamphlet Collection: Volume 23**

### **Publication/Creation**

1867-1882

### **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/jcyqcua3>

### **License and attribution**

You have permission to make copies of this work under a Creative Commons, Attribution, Non-commercial license.

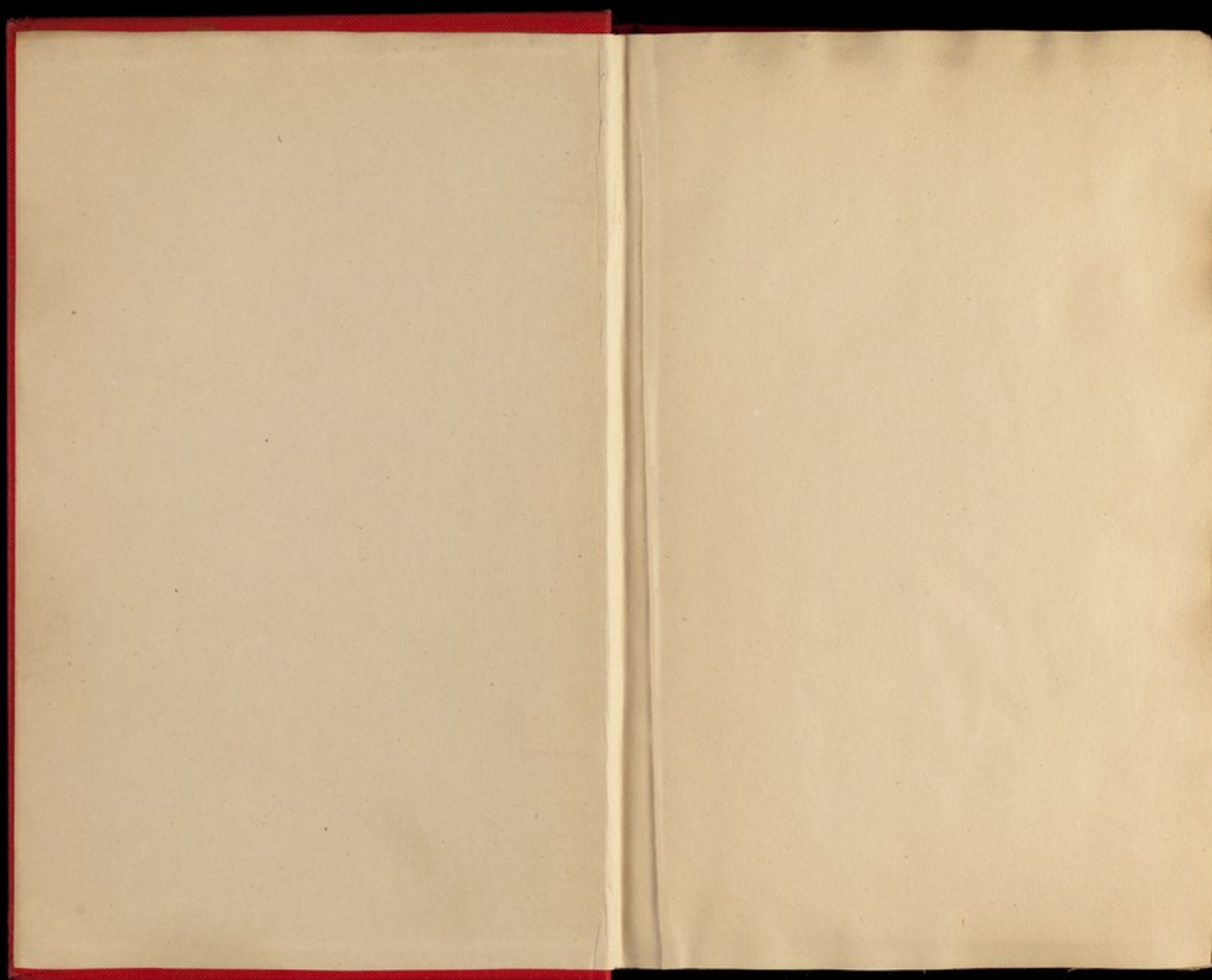
Non-commercial use includes private study, academic research, teaching, and other activities that are not primarily intended for, or directed towards, commercial advantage or private monetary compensation. See the Legal Code for further information.

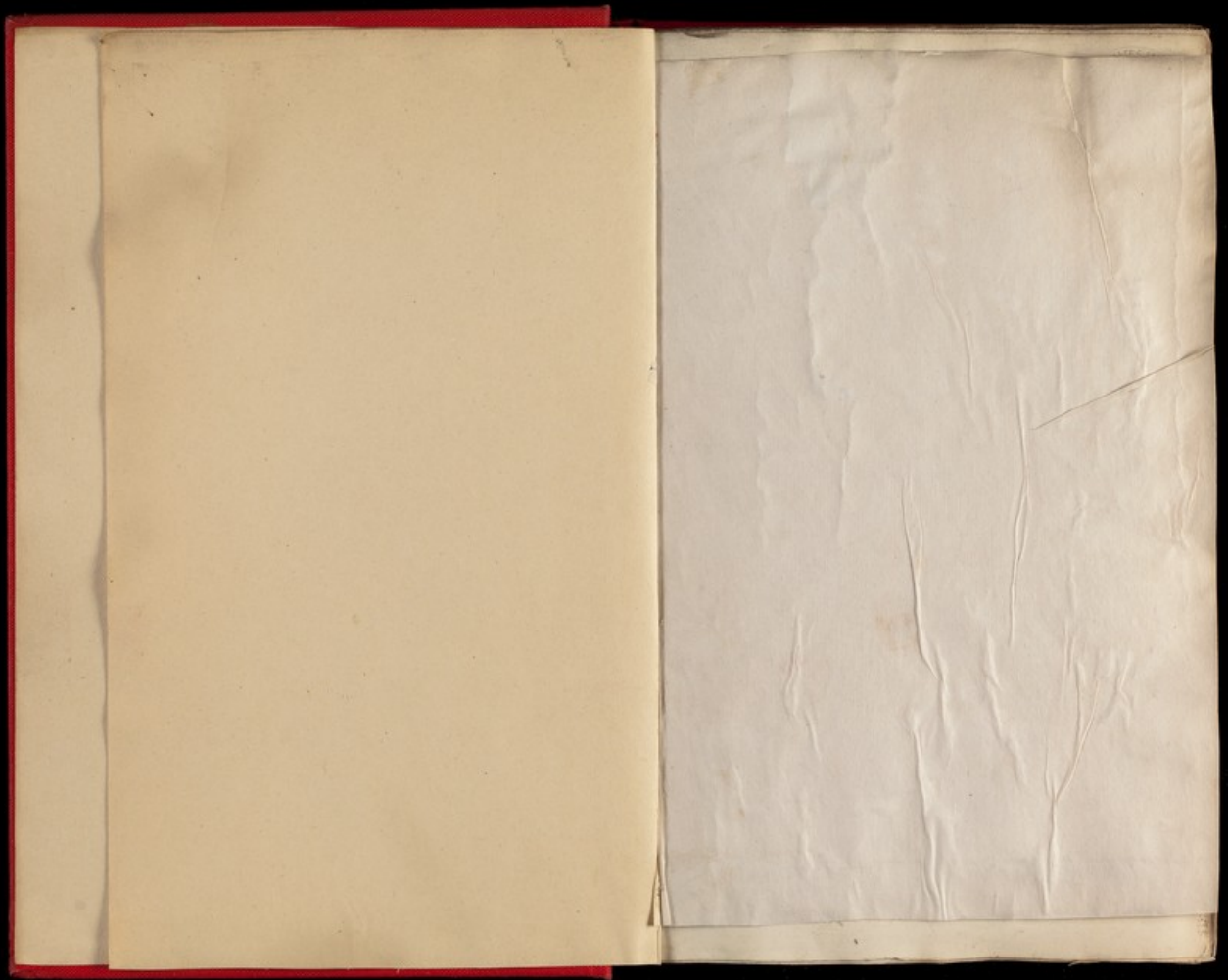
Image source should be attributed as specified in the full catalogue record. If no source is given the image should be attributed to Wellcome Collection.



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>

ETS





Körber				
L. Urbana		its	acknowled	Light on Retina
Crede		Reg. wäch (Prof. M S mith		Liver
Smart		Staff of Army (med. isen		Antagonism of
Sanitary	Instructions for Armies	in Campaign (Geroneke		active substances
Füster		Ernährungsfrage		Seelekt u Gebirgschaf
Veit		Leim in Ernährung		neurokath. Cassida
Pelkopski & Voit		Fleisch u. Kohle	Blake	Atomic w. & phys. action
Voit		Fleisch Consumption	Parsons	Intercostals
Shapling		Alkohol in Fieber	Branton	Dialyses
Christison		Salmon	Seldison	Urine of insane
H. Rawke		Cholera in White	Finlayson	Thermometer
?	Einfluß der	Wärme	Poore	Public health
Sichig		Vagus auf den Magen	Branton & Gayen	Venemous Sarses
Wilson		Extract of Mural.	"	"
Finlayson		Gaitre	Branton	Mercury on liver
Crombie		Periodicit.	"	Transfusion
		Temp. in India		
		(Crombie aus chimp)		

Bequeathed  
by DR. E. A. PALLES.

№ 24  
B. 26. a

M

Ch. Park

Bequeathed  
by Dr. E. A. PALMER.

63

ROYAL ARMY MEDICAL  
COLLEGE LIBRARY.

Reexamination von 1400 Recruten in Bezug  
auf die Körperlänge, den Brustumfang, das  
Gewicht, die vitale Lungencapacität und die  
Kräfte derselben.

Von  
Dr. B. Körber.

Von Seiner Exc. dem General-Stab.-Doctor der Flotte, Dr. Busch wurde mir der Auftrag ertheilt, die Matrosen der letzten zwei Recrutenaushebungen (1866 und 1867) einer Prüfung ihres Gesundheitszustandes zu unterwerfen.

Die Instrumente, mit denen die Leistungsfähigkeit untersucht werden sollte, waren: ein Spirometer (Bernard), ein Dynamometriograph nach Burg von J. W. Hauck, eine Wage (Salters spring balance), ein Meßband und ein Maassstab.

Das Dynamometer, für österreichisches Gewicht (Pfd. und Centner) berechnet, wurde von mir auf seine Richtigkeit geprüft, wobei sich folgendes herausstellte:

Bei einer Belastung der Feder in der Längsaxe (Bestimmung der Lendenkraft) mit 4 Pud = 117 Pfd. (österr.) zeigte der Zeiger am Instrument nur 102 Pfd. österr.

bei 6 Pud statt 175 Pfd. nur 163 Pfd. <sup>1</sup>
" 8 " " 233 " " 225 "
" 10 " " 292 " " 280 "
" 12 " " 350 " " 337 "
" 14 " " 408 " " 396 "

also circa 10—12 Pfd. österr. zu wenig.

<sup>1</sup> 1 Zoll österr. = 2,63 Cm., 1 Zoll engl. = 2,54 Cm., 1 Cubikzoll engl. = 16,4 CCm., 1 Pfd. österr. = 1,367 Pfd. russ., 1 Pfd. engl. = 1,108 Pfd. russ., 1 Kilgrm. = 2,443 Pfd. russ., 1 Werschok = 1,75 Zoll engl. = 0,04445 Meter, 1 Arschin = 28 Zoll engl. = 0,7112 Meter.

Bei einer Belastung der Feder in der kurzen Axe (Bestimmung der Handkraft) entsprachen

1	Pod	21 Pfd. österr. statt 29 Pfd.
2		60 . . . . . 58 . . . . .
3		100 . . . . . 88 . . . . .
4		150 . . . . . 117 . . . . .
5		200 . . . . . 146 . . . . .
6		250 . . . . . 175 . . . . .

dennach erwies sich von 2 Pod aufwärts die Feder als zu schwach, doch blieb der Fehler ein constanter, so dass eine Correctur möglich erschien.

Die Wage erwies sich bei den Controlversuchen als vollkommen genau gearbeitet. Die Einrichtung derselben war eine derartige, dass der zu Untersuchende durch sein eigenes Gewicht eine Spiralfeder auseinanderzog, die auf einem Zifferblatt sofort das entsprechende Gewicht angab. Die sonst so zeitraubende Procedur des Hinzulegens und Abnehmens von Gewichten wurde dadurch vollkommen vermieden. Der gewöhnliche Vorwurf aller nach diesem Princip construirten Wagen, dass die Feder bei häufigem Gebrauch ihre Spannkraft verliere und somit ungenau zeige, fällt bei dieser Wage fort, da ich nach circa 2000 Wägungen auch nicht den geringsten Unterschied nachweisen konnte. Der Nullpunkt wie die übrigen Theilungstriche wurden vom Zeiger bei entsprechender Belastung ebenso genau, wie im Anfange angegeben. Auf dem Zifferblatt konnten noch  $\frac{1}{2}$  russ. Pfd. deutlich abgelesen werden.

Das Messband bestand aus einem fingerbreiten linnenem mit Firnis überzogenen Bande, auf dem ganze und halbe Cm. bezeichnet waren. Der Nullpunkt befand sich in der Mitte, um etwaige Ungleichheiten in beiden Brusthälften bestimmen zu können. Nach Beendigung der Untersuchung hatte sich das Band auch nicht um einen Millimeter ausgedehnt.

Der Maassstab, aus Holz angefertigt, hatte ebenfalls Centimetertheilung.

Die Tageszeit für die Messungen war immer dieselbe, von 8—12 Uhr Mittags. Alle hatten vor der Untersuchung gefrühstückt und waren noch zu keiner Arbeit verwandt worden. Meine Beobachtungen dauerten von Mitte November 1867 bis Mitte Februar 1868. Die Bestimmungen sind von mir allein ausgeführt mit Ausnahme

einer Equipage, wo die Körperlänge, das Gewicht und die Kräfte von einem Collegen, Dr. Jwannoff bestimmt wurden.

Gleichzeitig traten circa 10 Mann, nur mit einem Hemde und Unterhosen bekleidet, in's Untersuchungszimmer. Anfanglich bestimmte ich zunächst bei einem einzelnen alle Masse, ehe ich den folgenden hervorrief, doch überzeugte ich mich in kurzer Zeit, dass ich bei dieser Art Untersuchung sehr viel Zeit einbässte, und überdies meine Bestimmungen an Genauigkeit verloren, denn Ungewandtheit und nicht selten auch absichtliche Verstellung mussten immer wieder von neuem überwunden werden; beschäftigte ich statt dessen mehrere gleichzeitig bei einem Instrumente, so übernahmen die Intelligenteren nicht selten mit weit besserem Erfolg, als ich selbst, die Stelle des Lehrers; andererseits kamen oft auch der Ehrgeiz sich hervorzuthun, oder die Furcht, sich als offenkundigen Betrüger hingestellt zu sehen, zur Hilfe, um die Untersuchung abzukürzen.

Zunächst traten die zu Untersuchenden an den Tisch, auf dem das Spirometer aufgestellt war. Ich machte ihnen jedes Mal einige Versuche vor, machte sie dabei auf alles aufmerksam, wodurch ein Fehler hätte entstehen können, liess sodann den einen oder anderen von den Intelligenteren einen Probeversuch machen, wobei ich wiederum auf alle Fehler in der Handhabung des Instrumentes hinwies, und nach diesen Vorbereitungen trat dann ein jeder der Reihe nach an den Apparat. Alle wurden im Stehen untersucht und nur die Expirationsgrösse gemessen. (Die Arbeit von Schnepf<sup>1</sup> war mir beim Beginn meiner Untersuchungen noch nicht bekannt.) Nachdem alle ein Mal exspirirt hatten, wurden zunächst diejenigen, bei denen kein Grund vorzuliegen schien, dass man an der beobachteten Respirationsgrösse hätte zweifeln müssen, noch ein Mal am Instrument geprüft, und diese Zahl, falls sie der ersten nahe gleich kam, als vitale Lungencapacität verzeichnet. Bei den Suspecten wiederholte ich jedoch die Untersuchung nach entsprechend langen Pausen so lange, bis ich mich überzeugt hatte, worin der Grund der geringen Respirationsgrösse liege. Ungewandtheit liess sich fast immer zuletzt überwinden, bei Simulanten wurde ein ? neben die gefundene Zahl gesetzt. Blieb nun aber die Respirationsgrösse trotz aller Bemühungen eine sehr kleine, so wurde der betreffende Matrose einer physikalischen Untersuchung der Brustorgane unterworfen und das Resultat derselben notirt.

<sup>1</sup> Capacité vitale du poumon, par Dr. B. Schnepf.

Nach dem Spirometer wurde die Handkraft am Dynamometer bestimmt. Nachdem sie auch hier gehörig instruiert worden waren, namentlich die Hände an der rechten Stelle anzusetzen, wurden sie in derselben Reihenfolge wie beim Spirometer aufgerufen und ihr Kräfte maass verzeichnet. Bei den Verdächtigen wurden die Kräfte wiederholt gemessen, bei den Zuverlässigen jedoch schon die erste Messung notirt, da wiederholte Versuche an mir selbst und anderen mich überzeugt hatten, dass die zweite gleich darauf folgende Kraft- äusserung stets hinter der ersten merklich zurückblieb. Konnten die Kräfte gar nicht bestimmt werden (Verletzung der Hand) oder wurden sie ganz unverhältnissmässig gering gefunden, so wurde statt einer Zahl nur ein ? in die betreffende Rubrik gesetzt.

Sodann folgte die Messung der Körperlänge und des Gewichtes, beides Untersuchungen, bei denen sich der zu Untersuchende ganz passiv zu verhalten hatte, weshalb hier auch keinerlei Wiederholungen nöthig wurden.

Nachdem sich die Untersuchungsobjecte während dieser beiden Bestimmungen wieder vollkommen erholt, wenn von einer Ermüdung überhaupt die Rede sein kann, wurde die Lendenkraft am Dynamometer geprüft und verzeichnet.

Zuletzt wurden dann noch die Brustmaasse mit dem Messband bestimmt. Der betreffende Mann musste auch das Hemd ausziehen, worauf ich mich zunächst von der Entwicklung der Muskulatur, des Fettpolsters, des Brustkastens überzeugte, und nachdem alle Besonderheiten notirt worden waren, wurde zunächst der Umfang der Brust in der Höhe der Brustwarzen gemessen und zwar bei herabhängenden Armen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sehr leid that es mir, dass ich mich beim Beginn meiner Untersuchungen noch gar nicht gehörig darüber instruiert hatte, wie der Brustumfang am besten gemessen werden kann. Die in England übliche Art (Der Militärarzt. Beilage zur Wiener med. Wochenschrift. Jahrgang 1, No. 1, S. 6. Ed. Parkes; A manual of practical hygiene. London 1864. S. 480.) scheint mir vollkommen verwerflich zu sein. Die Stellung mit über den Kopf erhobenen Armen, wobei sich die Handrücken berühren sollen (!), ist eine höchst gezwungene, ermüdende, wobei man gar nicht einmal gehörig inspiriren kann. Weiter heisst es in der Vorschrift, der Mann solle laut und langsam bis 10 zählen. Um dieses auszuführen muss der zu Untersuchende jedenfalls inspirirt haben, wenn er bis 10 ausgezählt, wird sich sein Thorax aller Wahrscheinlichkeit nach im Stadium der Expiration befinden; es muss demnach die Messung im Anfang des Zahlens einer ganz anderen

Nachdem also der Brustumfang während der grösstmöglichen Inspiration in der Höhe der Brustwarzen bei herabhängenden Armen gemessen worden war, liess ich den zu Untersuchenden so tief als möglich expiriren, und indem ich diese zweite Zahl von der ersteren abzog, hatte ich die Brustbeweglichkeit. Ausser diesen zwei Maassen wurden auch noch die Entfernung zwischen den Brustwarzen und die Länge des Sternum's und zwar vom Manubr. stern. bis zur Ansatzstelle des letzten Rippenknorpels am Sternum bestimmt.

*Bemerkungen zu den Tabellen.*

Das Gewicht ist in russischen Pfunden angegeben, wobei halbe stets als ganze in Rechnung gebracht worden sind. Die Matrosen wurden Umfang als am Ende desselben ergeben, also wiederum ein gar nicht zu umgehender Uebelstand.

Das Messen während der Athmenpause (Der Militärarzt, S. 93) hat auch sein missliches, da der Thorax während derselben, je nachdem eine tiefe oder gewöhnliche Inspiration vorausgegangen, einen verschiedenen Umfang besitzt.

Meiner Ansicht nach kann nur entweder bei grösstmöglicher Inspiration gemessen werden, namentlich wenn diese Maasse noch mit der vitalen Lungencapacität verglichen werden sollen, oder ebenso gut könnte man den Thorax auch während der grösstmöglichen Expiration messen, doch tritt hier der Uebelstand hervor, dass die Expirationsgrösse einigermaassen von dem Untersuchenden abhängt. Durch wiederholte Versuche habe ich mich überzeugt, dass ich durch strafferes oder loseres Anziehen des Messbandes Unterschiede bis zu 7 Cm. erzielen konnte. Bei so straff angezogenem Bande hatte ich aller Wahrscheinlichkeit nach das Knochengerüste des Thorax bestimmt und den Einfluss der bedeckenden Theile so gut wie ganz eliminiert. Zum Vergleich würden sich solche Maasse gewiss mehr eignen, als Bestimmungen, bei denen zufällige, mit dem Innenraum der Brust durchaus nicht Hand in Hand gehende Momente (z. B. Entwicklung des Panniculus adiposus) den Brustumfang bald mehr, bald weniger verändern müssen. Leider liegt es aber nicht in der Hand, jedes Mal das Messband gleichmässig straff anzuziehen. Auch jetzt noch, nachdem ich 1500 Messungen ausgeführt, will es mir bei ein und demselben Individuum nicht gelingen, denselben Umfang zwei Mal gleich nach einander gleich gross zu bestimmen. (Siehe weiter unten bei den Schlussbemerkungen.) Es bleibt demnach nur der Umfang der Brust während der grösstmöglichen Inspiration zur Vergleichung übrig, wiewohl die verschiedenen stark entwickelten Weichtheile die Quelle nicht unbedeutender Fehler haben abgeben müssen. Beim Beginn meiner Untersuchungen zog ich das Messband weniger straff an, bei den letzten 600 Mann jedoch um ein Bedeutendes fester. Die Folge davon war, dass ich bei den letzteren einen kleineren Brustumfang, und in demselben Verhältniss eine grössere Brustbeweglichkeit erhielt. Um nun aber vergleichbare Maasse zu erhalten, musste ich zu dem mit straffer angezogenem Bande bestimmten Brustumfang 3 Cm. (resp. 2 oder 1) hinzuzaddiren, und ebensoviel von der Brustbeweglichkeit subtrahiren.



im Hemde und Unterhosen gewogen, in den Tabellen ist aber das Gewicht nach Abzug des Gewichtes dieser Kleidungsstücke verzeichnet.

Der Brustumfang ist während der grösstmöglichen Inspiration gemessen, die Brustbeweglichkeit entspricht der Differenz zwischen tiefster In- und Expiration. Alle Brustmaasse sind in französischem Metermaass angegeben.

Die vitale Lungencapacität ist in Cubikcentimeter bestimmt.

Die Dynamometermaasse sind in russischen Pfunden verzeichnet, nachdem die am Instrument beobachteten Ungenauigkeiten in Rechnung gebracht worden waren.

Endlich wäre noch zu erwähnen:

1) dass die von mir bestimmten Maasse laut und deutlich ausgerufen wurden, so dass der mir zukommandirte Feldscheerer sich im Notiren nicht häufig wird versehen haben.

2) Wenn ich an irgend einem Instrumente 3 oder auch mehr Versuche machen liess, so habe ich dennoch niemals das Mittel aus diesen Beobachtungen genommen, sondern stets den grössten Werth verzeichnet.

3) Im Untersuchungszimmer wurden die Bestimmungen so aufgeschrieben, wie sie am Instrument abgelesen wurden, die Correctionen habe ich stets erst nachträglich vorgenommen.

Im Ganzen wurden von mir 1306 Matrosen untersucht. Sie vertheilten sich unter die einzelnen Equipagen wie folgt:

1. Equipage	65	Mann.
2. "	128	"
3. "	262	"
4. "	137	"
5. "	91	"
6. "	100	"
7. "	133	"
Artillerieschiff	390	"

Nicht uninteressante Folgerungen müssten sich aus dem Vergleich der einzelnen Equipagen mit einander ergeben, wenn letztere einen festeren Verband der hinzugehörigen Matrosen darstellten, andererseits sind aber auch die bis jetzt von mir gesammelten Daten dazu noch zu klein, und endlich besteht auch noch der Cadre der sogenannten Artillerie-Lehrfregatte, der sich aus allen übrigen recrutirt. Vertheilt man nun die in dieser Equipage angeschriebenen Matrosen auf die anderen, so werden die Mittelzahlen dadurch wesentlich verändert werden, da fast nur ausgesucht kräftige in dieselbe eingereiht

werden. Ich habe es daher für besser erachtet, in dieser Abhandlung die Vertheilung nach den Equipagen ganz unberücksichtigt zu lassen.

Ebenso wenig werde ich das Alter in Rechnung bringen, da die Unterschiede in Bezug auf dasselbe zu unbedeutend waren. Das durchschnittliche Alter betrug fast 24 Jahr (23 Jahre 10 Monate.)

Drei Viertel der Untersuchten stammten aus den 3 nördlichen Gouvernements 1027 Mann (Wologda = 737, Olonez = 234, Archangel = 56), aus Twer waren 90, aus Astrachan 85, aus Estland 80. Die übrigen 24 Mann vertheilten sich auf die anderen Gouvernements.

Was die Länge der Matrosen aus diesen 6 Gouvernements anbelangt (kurze — 161 Cm. incl., mittlere — 165 incl., lange 166 und mehr), so hatten die 3 nördlichen Gouvernements aus jeder Kategorie in ganz gleichem Verhältniss gestellt, von den 3 übrigen Provinzen hatte Estland in seinem Contingent 633, Astrachan 50, lange, Twer 712 kurze und gar keine lange gestellt. Detaillirtere Untersuchungen in Bezug auf die Gouvernements werde ich gleichfalls unterlassen, zumal da es mir nicht einmal bekannt ist, ob auch alle aus einem Gouvernment ausgehobenen Recruten zur Flotte getreten sind.

Durch den Ukas vom 14. Mai 1853 № 1102 wird für die Flotte die Bestimmung getroffen, dass aus dem Astrachan'schen und Archangel'schen Gouvernment alle Militärflichtigen zur Flotte treten sollen, während aus dem Contingent der aus Wologda, Olonez und Estland gestellten Recruten die Garde und die Specialtruppen zunächst die besonders Tauglichen anzusuchen das Recht haben, so dass nur der Rest zur Flotte tritt.

Nach einzelnen Cm. geordnet, vertheilen sich die 1306 Mann folgendermaassen.

Eine Länge von:	auf 10000 berechnet.
weniger als 155 Cm. hatten	18 Mann 138
155 " " "	22 " 169
156 " " "	39 " 299
157 " " "	34 " 260
158 " " "	70 " 536
159 " " "	62 " 475
160 " " "	81 " 620
161 " " "	69 " 528
162 " " "	105 " 804
163 " " "	103 " 789
164 " " "	82 " 628

165 Cm. hatten	102	Mann	781
166 "	87	"	666
167 "	90	"	689
168 "	97	"	743
169 "	63	"	483
170 "	56	"	429
171 "	37	"	283
172 "	27	"	207
173 "	22	"	169
174 "	14	"	107
175 "	9	"	67
176 u. mehr	17	"	130

1306 M. 10000 Mann.<sup>1</sup>

Das Gewicht war folgendes: Weniger als 100 Pfd betrug es nur 1 Mal.

100 — 109 Pfd	1	Mal	8
110 — 119 "	3	"	23
120 — 129 "	31	"	238
130 — 139 "	117	"	896
140 — 149 "	296	"	2266
150 — 159 "	391	"	2994
160 — 169 "	263	"	2014
170 — 179 "	136	"	1041
180 — 189 "	52	"	398
190 — 199 "	14	"	107
200 und mehr "	2	"	15

1306 M. 10000 Mann.

Der Brustumfang, während der Inspiration gemessen, betrug:

weniger als 91 Cm.	179	Mal	1371
91 u. 92 "	199	"	1524
93 u. 94 "	246	"	1884
95 u. 96 "	273	"	2090
97 u. 98 "	180	"	1378
99 u. 100 "	150	"	1149
101 u. mehr "	79	"	604

1306 M. 10000 Mann.

<sup>1</sup> Durch das Manifest vom 11. Nov. 1867 werden 2 Arsch. 3 Werschok 155 Cm.) als Minimum der Körperlänge festgesetzt, die ein Militärpflichtiger besitzen muss.

Es betrug demnach bei den untersuchten 1306 Matrosen im Durchschnitt:

die Länge . . .	164,15 Cm.
das Gewicht . . .	155,47 Pfd. russ.
der Brustumfang . . .	94,54 Cm.

Vergleichen wir hiermit die Mittelzahlen anderer Staaten, so finden wir als entsprechende Angaben in Oesterreich<sup>1</sup> für ein Regiment:

die Länge	= 163,1 Cm. (62 $\frac{3}{8}$ Zoll)
das Gewicht	= 145 Pfd. russ. (105 $\frac{3}{8}$ Pfd. österr.)
den Brustumfang	= 85,2 Cm. (32 $\frac{3}{8}$ Zoll),

in England die Länge der Recruten für die

Jahre 1860—62 = 168,96 Cm. (Parkes, S. 481)

oder die Längeder Armee = 174,0 Cm. (Hammond<sup>2</sup>)

das Gewicht = 142,8 Pfd. russ. (Parkes),

in Belgien (Quetelet<sup>3</sup>) für die ganze Bevölkerung bei einem Alter von 20 Jahren

die Länge = 167,4 Cm.

das Gewicht = 146,5 Pfd. russ. (60,06 Kilgrm.),

bei einem Alter von 25 Jahren

die Länge = 168 Cm.

das Gewicht = 153,5 Pfd. russ.,

demnach im Alter von 20—25 Jahren

die Länge = 167,7 Cm.

das Gewicht = 150 Pfd. russ.,

in Frankreich (Hammond *ibid.*) für die Armee

die Länge = 163,33 Cm.

Die mittlere Länge lässt sich nicht gut untereinander vergleichen, da aus den Angaben ersichtlich wird, dass die Mittelzahlen aus sehr verschiedenem Material berechnet worden sind.

Bei fast gleicher Länge der von Dr. Bernstein und mir Untersuchten zeigen sich im Brustumfang sehr bedeutende Differenzen, freilich darf dabei nicht vergessen werden, dass dort wäh-

<sup>1</sup> Allg. Militärärztl. Zeitung, 1865, N. 34, S. 265. Aufsatz von Dr. Sig. mund Bernstein.

<sup>2</sup> A. treatise on hygiene by William Hammond. Philadelphia 1863. S. 28.

<sup>3</sup> Ueber den Menschen und die Entwicklung seiner Fähigkeiten von A. Quetelet. Stuttgart 1838. S. 368.

rend der Athempause, hier auf der Höhe der Inspiration der Brustumfang bestimmt worden ist; dennoch glaube ich schliessen zu dürfen, dass der Brustumfang des Russen den des Oesterreichers um mehrer Cm. übertreffen muss, da der Unterschied im Brustumfang während der Athempause (nicht grösstmögliche Expiration) und der Höhe der Inspiration nicht 9 Cm. betragen kann.

Ebenso scheint es auch, dass das Gewicht auf Seiten der Russen ein weit höheres sein muss, denn bei fast gleicher Länge mit den Oesterreichern sind erstere durchschnittlich 10 Pfd. schwerer. Noch unglünstiger gestaltet sich das Verhältniss für die Engländer und Belgier, denn bei 5 Cm. grösserer Körperlänge (Engländer) wiegt er 13 Pfd. weniger, bei 4 Cm. grösserer Länge (Belgier) wiegt er 5 Pfd. weniger. Bei einer Länge von 164 Cm. würde demnach ein Engländer 138,8 Pfd., ein Belgier 146,7 Pfd. wiegen, ersterer demnach um 17 Pfd., letzterer um 9 Pfd. weniger als der gleich lange Russe. Dieser auffallende Unterschied im Gewicht liess sich nur aus dem verschiedenen Alter der Untersuchten erklären, und diese Voraussetzung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, da nach Parkes' Angaben die englischen Recruten schon mit 18 Jahren das gesetzliche Alter erreicht haben.

Es fragt sich nun, besteht zwischen diesen 3 Factoren, nach denen bisher vornehmlich ein Urtheil über die Tauglichkeit zum Militärdienst gefüllt wurde, ein constantes Verhältniss?

Neudörfer spricht sich mit Entschiedenheit dafür aus; Dr. Bernstein sagt: „Alle stimmen darin überein, dass zur Beurtheilung der Kraft eines Mannes die 3 Factoren: Körperlänge, Körpergewicht und Brustumfang genau bestimmt und aus ihrem gegenseitigen Verhalten der Schluss auf die Kraft gezogen werden müsse.“

Um diese Frage zu erörtern, erscheint es nothwendig, für jede Längsgruppe das Mittel aus dem Gewichte und dem Brustumfang zu berechnen.

In Tab. N I. habe ich nun diese Mittel zusammengestellt und ausser dem Gewichte und Brustumfang auch noch die übrigen von mir untersuchten Maasse eingetragen. In der letzten Spalte habe ich dann noch die Zahl der Fälle, aus denen die Mittelzahlen berechnet wurden, verzeichnet.

<sup>1</sup> Современная медицина 1863, N 6, S. 113.

*Meaning of the numbers in the table*

Grösse	Höhe		Brustumfang		Gewicht		Kraft in den Muskeln		Stärke		Ausdauer		Zahl der Fälle	
	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst	Frühling	Herbst
	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.	bei 1 Cm.	bei 2 Cm.
154	154,5	141,5	91,8	91,8	3350	307	192	126	16,8	9,1	30,2	22	40 <sup>8</sup>	
155	155,5	142,5	92,1	92,1	3450	309	135	134	15,7	9,3	20,5	30	73	
156	156,5	143,5	92,4	92,4	3550	311	140	140	15,8	9,2	20,5	31	73	
157	157,5	144,5	92,7	92,7	3650	313	145	145	15,9	9,3	20,6	32	73	
158	158,5	145,5	93,0	93,0	3750	315	150	150	16,0	9,4	20,7	33	73	
159	159,5	146,5	93,3	93,3	3850	317	155	155	16,1	9,4	20,8	34	73	
160	160,5	147,5	93,6	93,6	3950	319	160	160	16,2	9,5	20,9	35	73	
161	161,5	148,5	93,9	93,9	4050	321	165	165	16,3	9,5	21,0	36	73	
162	162,5	149,5	94,2	94,2	4150	323	170	170	16,4	9,6	21,1	37	73	
163	163,5	150,5	94,5	94,5	4250	325	175	175	16,5	9,6	21,2	38	73	
164	164,5	151,5	94,8	94,8	4350	327	180	180	16,6	9,7	21,3	39	73	
165	165,5	152,5	95,1	95,1	4450	329	185	185	16,7	9,7	21,4	40	73	
166	166,5	153,5	95,4	95,4	4550	331	190	190	16,8	9,8	21,5	41	73	
167	167,5	154,5	95,7	95,7	4650	333	195	195	16,9	9,8	21,6	42	73	
168	168,5	155,5	96,0	96,0	4750	335	200	200	17,0	9,9	21,7	43	73	
169	169,5	156,5	96,3	96,3	4850	337	205	205	17,1	9,9	21,8	44	73	
170	170,5	157,5	96,6	96,6	4950	339	210	210	17,2	10,0	21,9	45	73	
171	171,5	158,5	96,9	96,9	5050	341	215	215	17,3	10,0	22,0	46	73	
172	172,5	159,5	97,2	97,2	5150	343	220	220	17,4	10,1	22,1	47	73	
173	173,5	160,5	97,5	97,5	5250	345	225	225	17,5	10,1	22,2	48	73	
174	174,5	161,5	97,8	97,8	5350	347	230	230	17,6	10,2	22,3	49	73	
175	175,5	162,5	98,1	98,1	5450	349	235	235	17,7	10,2	22,4	50	73	
176	176,5	163,5	98,4	98,4	5550	351	240	240	17,8	10,3	22,5	51	73	
177	177,5	164,5	98,7	98,7	5650	353	245	245	17,9	10,3	22,6	52	73	
178	178,5	165,5	99,0	99,0	5750	355	250	250	18,0	10,4	22,7	53	73	
179	179,5	166,5	99,3	99,3	5850	357	255	255	18,1	10,4	22,8	54	73	
180	180,5	167,5	99,6	99,6	5950	359	260	260	18,2	10,5	22,9	55	73	
181	181,5	168,5	99,9	99,9	6050	361	265	265	18,3	10,5	23,0	56	73	
182	182,5	169,5	100,2	100,2	6150	363	270	270	18,4	10,6	23,1	57	73	
183	183,5	170,5	100,5	100,5	6250	365	275	275	18,5	10,6	23,2	58	73	
184	184,5	171,5	100,8	100,8	6350	367	280	280	18,6	10,7	23,3	59	73	
185	185,5	172,5	101,1	101,1	6450	369	285	285	18,7	10,7	23,4	60	73	
186	186,5	173,5	101,4	101,4	6550	371	290	290	18,8	10,8	23,5	61	73	
187	187,5	174,5	101,7	101,7	6650	373	295	295	18,9	10,8	23,6	62	73	
188	188,5	175,5	102,0	102,0	6750	375	300	300	19,0	10,9	23,7	63	73	
189	189,5	176,5	102,3	102,3	6850	377	305	305	19,1	10,9	23,8	64	73	
190	190,5	177,5	102,6	102,6	6950	379	310	310	19,2	11,0	23,9	65	73	
191	191,5	178,5	102,9	102,9	7050	381	315	315	19,3	11,0	24,0	66	73	
192	192,5	179,5	103,2	103,2	7150	383	320	320	19,4	11,1	24,1	67	73	
193	193,5	180,5	103,5	103,5	7250	385	325	325	19,5	11,1	24,2	68	73	
194	194,5	181,5	103,8	103,8	7350	387	330	330	19,6	11,2	24,3	69	73	
195	195,5	182,5	104,1	104,1	7450	389	335	335	19,7	11,2	24,4	70	73	
196	196,5	183,5	104,4	104,4	7550	391	340	340	19,8	11,3	24,5	71	73	
197	197,5	184,5	104,7	104,7	7650	393	345	345	19,9	11,3	24,6	72	73	
198	198,5	185,5	105,0	105,0	7750	395	350	350	20,0	11,4	24,7	73	73	
199	199,5	186,5	105,3	105,3	7850	397	355	355	20,1	11,4	24,8	74	73	
200	200,5	187,5	105,6	105,6	7950	399	360	360	20,2	11,5	24,9	75	73	

*Meaning of the numbers in the table*

*from the individual measurements of the height, chest circumference and weight, the general average is calculated for 1 and 2 Cm. increase in the height.*

*200*

*height of the stature*

*weight of the stature*

*chest capacity of lungs*

*weight of the chest*

*weight of the lungs*

*weight of the heart*

*weight of the stomach*

*weight of the intestines*

*weight of the bladder*

*weight of the uterus*

*weight of the ovaries*

*weight of the testes*

*weight of the prostate*

*weight of the bladder*

*weight of the uterus*

*weight of the ovaries*

*weight of the testes*

*weight of the prostate*

Ueerblicken wir die Mittelzahlen, die für je 1 Cm. Zunahme in der Körperlänge berechnet worden sind, so finden wir wohl im Allgemeinen mit dem Steigen der Körperlänge auch eine Zunahme im Gewicht, im Brustumfang, in der vitalen Lungencapazität etc., doch zeigen sich auch an mehreren Stellen Abweichungen. Statt dass die Mittelzahlen zunehmen sollten, fallen sie sogar bis unter das Mittel der vorbergehenden Längsgruppe (Länge 157, 161 und 168 Cm.) Vergleichen wir dagegen die für je 2 Cm. Steigerung berechneten Mittelzahlen, so ist die Progression hier schon eine weit regelmässiger, wenn auch freilich noch keine mathematisch genaue.

Hieraus darf nun zunächst der Schluss gezogen werden, dass die für 1 Cm. berechneten Mittelzahlen aus einer zu kleinen Anzahl von Fällen ermittelt wurden, und dass die auch noch bei 2 Cm. vorkommenden Ungenauigkeiten im Ansteigen der Mittelzahlen erst vollkommen eliminiert werden können, wenn das Material für diese Untersuchungen noch bedeutend gestiegen sein wird. Andererseits erscheint es aber auch jetzt schon erlaubt, aus dem Verhalten der Mittelzahlen den Schluss zu ziehen, dass zwischen der Körperlänge und den anderen Maassen ganz bestimmte Gesetze bestehen müssen. Diesen nachzuspüren wird demnach auch meine nächste Aufgabe sein.

Ehe wir die für 1 Cm. ermittelten Mittelzahlen verlassen, erlaube ich mir noch auf folgendes hinzuweisen: wie aus der Tab. № 1. ersichtlich, zeigen sich an 3 Stellen im Gewichte Rückschläge (Länge 157, 161 und 168 Cm.), gleichzeitig erscheinen die drei vorbergehenden Mittelzahlen grösser (Länge 156, 160 und 167 Cm.) als bei gleichmässiger Steigerung zu erwarten stand, so dass der Abstand zwischen beiden dadurch noch vergrössert wird. Schlagen wir nun in den Tafeln, in denen die einzelnen Messungen verzeichnet sind, die betreffenden Längsgruppen nach, so finden wir Folgendes:

Unter den 156 Cm. langen Männern finden sich 4 mit einem Gewicht von weniger als 130 Pfd., bei den 157 Cm. langen 3. Bei ersteren wird dieses Deficit im Gewicht durch 4 Männer, deren Gewicht mehr als 160 Pfd. beträgt, ausgeglichen, bei letzteren hat der schwerste Mann nur ein Gewicht von 157 Pfd. In Folge dessen steigt das mittlere Gewicht der von 156 Cm. Länge bis zu 143 Pfd., während es nur 140 Pfd. betragen sollte, und

andererseits fällt das Gewicht der von 157 Cm. Länge bis zu 140 Pfd., während es 141 Pfd. sein müsste. Bei den 167 Cm. langen finden sich 14, deren Gewicht unter 150 Pfd. fällt, bei den 168 Cm. langen 16; bei ersteren sind 9, die ein Gewicht von mehr als 180 Pfd., bei letzteren dagegen nur 2, die ein gleich grosses Gewicht aufweisen. In Folge dessen erhebt sich das mittlere Gewicht der 167 Cm. langen bis zu 162 Pfd. (statt 161 Pfd.), während das von den 168 Cm. langen bis zu 160½ Pfd. (statt 163 Pfd.) herabsinkt.

Die Unregelmässigkeiten im Ansteigen der Verhältnisszahlen sind demnach durch ein zu viel oder zu wenig von schweren Männern bedingt. Vergleichen wir nun mit diesen Verhältnisszahlen des Gewichtes die Mittelzahlen des Brustumfanges, der vitalen Lungencapazität etc. derselben Längsgruppe, so überrascht es, bei den 157 Cm. und 168 Cm. langen Männern auch in den andern Rubriken (bei 161 Cm. Länge freilich nur im Brustumfang) einen Rückschritt wahrzunehmen. (Die betreffenden Mittelzahlen sind cursiv gedruckt). Diese Congruenz im Verhalten der übrigen Mittelzahlen mit denen des Gewichtes spricht aber meiner Meinung nach mit Entschiedenheit dafür, dass das Gewicht nächst der Länge der wesentlichste, die Körpermaasse beherrschende Factor sein muss.

#### *Gewicht.*

Untersuchen wir nun zunächst beim Gewichte die Gesetze, wie dasselbe beim Zunehmen der Körperlänge ansteigt, so zeigt sich für die Körperlänge von 158—171 Cm., dass auf je 1 Cm. Länge 2 Pfd. russ. hinzukommen. Ziehen wir nämlich das für 158 Cm. Länge gefundene Mittel = 143,6 Pfd. von dem für 171 Cm. gefundenen = 170,4 Pfd. ab, so bleiben 26,8 Pfd. nach. Das mittlere Gewicht hat demnach für 13 Cm. Längenzunahme (158—171 Cm.) um 26,8 Pfd. zugenommen, mithin für 1 Cm. um 2 Pfd. (Nach Hammond muss das Gewicht wenigstens um 2,1 Pfd. russ. für je 1 Cm. von 165 Cm. Länge hinauf zunehmen). Lassen wir nun die Bruchtheile eines Pfundes unberücksichtigt und fügen zu 143 Pfd. (Mittleres Gewicht für 158 Cm. Länge) je 2 Pfd. hinzu, so haben wir die theoretisch construirte Progression für das Ansteigen des Gewichtes bei 1 Cm. Zunahme in der Länge. Diese Mittelzahlen des Gewichtes fallen in 7 Längsgruppen mit den aus den einzelnen Messungen berechneten vollkommen zusammen (zu

vergleichen die Tab. N I. mit Tab. N III.), in 3 differiren sie unter einander um 1 Pfd, in 4 um 2 Pfd. Derartige Abweichungen waren aber schon a priori zu erwarten, da die Anzahl der Fälle, aus denen das Mittel berechnet werden konnte, viel zu klein war. Für die unter 158 Cm. Körperlänge scheint die Zunahme (resp. Abnahme im Gewicht) eine geringere als 2 Pfd. auf je 1 Cm. zu sein, für die über 171 Cm. Länge lässt sich wegen der gar zu geringen Zahl von Beobachtungen noch nicht bestimmen, in welcher Weise das Gewicht zunehmen wird.

*Brustumfang.*

Vergleichen wir nächst dem den Brustumfang mit der Körperlänge, so ist ein Ansteigen desselben unverkennbar, doch ist die Zunahme eine noch weniger gleichmässige als beim Körpergewicht. Während der Zunahme der Körperlänge um 13 Cm. (158—171 Cm.) hat der Brustumfang um 4,1 Cm. (92,9—97,0 Cm.) zugenommen, demnach kommt auf 3 Cm. Zunahme in der Länge 1 Cm. Zunahme im Brustumfang, oder 1 Cm. Zunahme in der Länge entspricht  $\frac{1}{3}$  Cm. Zunahme im Brustumfang.

*Vitale Lungencapacität.*

Für die vitale Lungencapacität finden wir bei 1 Cm. Zunahme in der Körperlänge sehr bedeutende Abweichungen, wie sie bei Berechnung von Mittelzahlen aus an und für sich schon sehr zweifelhaften Angaben nicht anders zu erwarten waren. Fassen wir dagegen je 2 Mittelzahlen zusammen, so zeigen diese schon eine weit grössere Regelmässigkeit in der Progression. Die nachfolgende Zahl übertrifft die vorhergehende durchschnittlich um 100 CCm., es kommen danach auf 1 Cm. Zunahme in der Länge 50 CCm. Zunahme in der vitalen Lungencapacität.

In den einzelnen Messungen weicht die vitale Lungencapacität bedeutend von der als Mittel gefundenen Zahl ab. Ich glaubte daher auch während meiner Untersuchungen an den Matrosen, dass sich gar keine Mittelzahlen würden bestimmen lassen, insofern die vitale Lungencapacität gar zu sehr von dem guten Willen oder auch von der Ungewandtheit des zu Untersuchenden abhängen musste. Diese Regelmässigkeit im Ansteigen der Mittelzahlen bei nur 2 Cm. Längenzunahme entkräftigt aber meine Befürchtungen, so dass es mir hiermit erwiesen scheint, dass

man zu dergleichen Untersuchungen auch ungeübte Leute hinzuziehen kann, wenn man sich nur die Mühe giebt, sie zunächst gehörig zu instruiren. Bei Fortsetzung dieser Untersuchungen wird man demnach die jedenfalls gar nicht auszumerkenden Fehler doch wenigstens bis auf ein ganz unbedeutendes Minimum reduciren können, so dass wohl auch noch in den Zehnern die regelmässige Progression aufzufinden sein dürfte. Selhr wahrscheinlich werden nun aber diese Werthe immer noch um einige CCm. hinter der Wirklichkeit zurückbleiben, da mancher wohl eine zu geringe, niemand aber eine zu grosse vitale Lungencapacität anzugeben im Stande sein würde. Es ist daher um so auffallender wie meine Mittelzahlen so bedeutend höher stehen als die Arnold'schen, Hutchinson'schen und Simon'schen. Als Mittel für alle habe ich 3925 Cm. gefunden, während die für dieselbe Länge bestimmten Mittelzahlen

nach Hutchinson	3510 CCm.
nach Arnold	3225 „
nach Simon nur	3128 „

betragen. Schnepf's Angaben stimmen am meisten mit den meinigen, da nach seinen Auseinandersetzungen in einem Alter von 24 Jahren die vitale Lungencapacität im Mittel 3980 CCm. betragen müsste.

Wenn die Autoren demnach in Bezug auf die absolute Grösse der vitalen Lungencapacität wesentlich von einander abweichen, so wird dagegen die Zunahme beim Ansteigen der Körperlänge in ziemlich gleicher Weise angegeben. Nach Hutchinson<sup>1</sup> und Schneevogt<sup>2</sup> kommen auf 1 Cm. Zunahme in der Länge 52 CCm., nach Simon<sup>3</sup> und Arnold (S. 27) 60 CCm. Zunahme in der vitalen Lungencapacität.

*Die Kräfte.*

Die Kräfte nehmen im Allgemeinen mit der Länge zu, doch fehlt auch noch bei 2 Cm. Steigerung in der Körperlänge eine

<sup>1</sup> Dr. Friedrich Arnold, Ueber die Athmungsgrösse des Menschen. Heidelberg 1855, S. 29.

<sup>2</sup> Hutchinson, Von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunctioren.

<sup>3</sup> Schneevogt. Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. V, Heft 1.

<sup>4</sup> Simon. Ueber die Menge der ausgeathmeten Luft.

falls besitzen sollte, und glaube ich andererseits, dass diese Mittelzahlen denen aus dem Volke bestimmten ziemlich nahe kommen werden. Die Bestimmung der Grenzen aus dem ersten Drittel ist natürlich ganz willkürlich von mir angenommen und wird erst von der Erfahrung als haltbar oder verwerflich bestätigt werden müssen. (Mit demselben Recht hätten sie aus dem ersten  $\frac{1}{4}$  berechnet werden können, in welchem Falle sie natürlich noch mehr von den in Tab. I zusammengestellten Mittelzahlen abgewichen wären). Die Beobachtung muss nämlich ergeben, ob die Individuen, welche in Bezug auf die beiden wichtigsten Maasse (Körpergewicht und Brustumfang) unter dem Mittel des ersten Drittels stehende Körpermaasse aufgewiesen haben, ich sage, ob diese ganz besonders zu Erkrankungen geneigt sind, somit nicht als Diensttaugliche zu betrachten sind.

Der Vergleich dieser aus dem ersten Drittel und der aus allen Individuen der ganzen Gruppe berechneten Mittelzahlen, überzeugte mich in noch höherem Maasse als die Tab. N I von dem grossen Einfluss, den das Körpergewicht auf alle übrigen Körpermaasse besitzt, denn durchweg sanken mit dem Körpergewicht auch die übrigen Maasse. Um nun diesen Einfluss noch besser übersehen zu können, berechne ich auch noch die Mittelzahlen aus dem letzten Drittel (wo die schwersten Männer nur zusammengestellt waren), und wie voraussetzen war, erhoben sich alle für die anderen Maasse berechneten Mittelzahlen um ein Bedeutendes über das allgemeine Mittel.

Der leichteren Uebersicht wegen habe ich in Tab. N II für die wichtigsten Körpermaasse (Gewicht, Brustumfang, vitale Lungencapazität und Lendenkräfte) die aus dem ersten und letzten Drittel berechneten Mittelwerthe zusammengestellt und in die Mitte zwischen diese beiden Grenzwerte das aus Tab. N I schon bekannte allgemeine Mittel hineingetragen.

*Review of the first and last third; with the general average compared to Table I showing the increase or decrease in chest, vital lung capacity and force in proportion to weight.*

Tab. No. II.

Mittelzahlen aus dem ersten und letzten Drittel, bis zu denen das allgemeine Mittel des Brustumfanges, der vitalen Lungencapazität und der Kräfte in den Lenden beim Abweichen des Gewichtes vom Mittel fällt und steigt.

Länge.	Gewicht.		Brustumfang.		Vitale Lungencap.		Kraft in den Lenden.					
	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.				
Cm.	Pfd.	Cm.	Cm.	CCm.	Pfd.	Pfd.	Pfd.					
158	133,3	143,6	154,3	90,4	92,9	96,2	3460	3590	3740	295	301	315
159	135,2	145,6	155,2	90,3	93,0	95,9	3565	3730	3810	300	306	308
160	138,9	149,9	161,0	90,9	94,1	97,4	3450	3790	4050	290	311	320
161	137,4	148,2	158,7	91,0	93,4	95,9	3480	3860	4100	295	317	325
162	140,7	150,8	161,3	90,9	93,8	96,6	3700	3880	4000	300	317	330
163	141,3	152,7	164,1	91,1	93,8	97,3	3750	3910	4050	295	313	350
164	143,0	154,9	166,9	91,1	94,2	97,3	3740	3890	4000	300	327	355
165	145,4	156,8	168,4	91,8	94,7	97,5	3870	4010	4200	310	331	355
166	144,6	157,0	169,1	92,3	94,6	97,5	3820	3990	4130	320	339	360
167	148,9	162,1	175,8	92,7	96,0	98,8	4050	4100	4110	320	330	335
168	147,8	160,6	172,6	91,9	95,0	97,9	3930	4080	4200	290	320	355
169	154,7	166,8	178,7	93,3	96,5	99,6	3870	4230	4530	310	333	350
170	153,5	167,0	180,2	94,0	96,8	100,0	4050	4190	4350	325	358	370

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass gleich den allgemeinen Mittelzahlen auch die aus dem ersten und letzten Drittel berechneten Mittelwerthe mit zunehmender Körperlänge im Wachsen begriffen sind, doch zeigen sich auch hier Rückschläge, es entspricht aber dem geringeren Gewichte auch durchweg der kleinere Brustumfang, die geringere vitale Lungencapazität, die geringeren Kräfte, wieweil die Ab- oder Zunahme nicht immer die gleich grosse ist. Die Differenz zwischen den Mittelzahlen aus dem ersten und letzten Drittel ist eine sehr bedeutende und beträgt beim Gewichte und den Kräften im Mittel 14%, beim Brustumfang 6%, bei der vitalen Lungencapazität 8%. Nehmen wir z. B. die Längsgruppe 164 Cm. Das mittlere Ge-

*weight*  
*with the general average*  
*with the last third*

*vital lung capacity*  
*force*

wicht aus dem ersten Drittel beträgt 143 Pfd., das aus dem letzten 167 Pfd. Die gleichen Zahlen finden wir als allgemeines Mittel bei der Längsgruppe 158 Cm. und 170 Cm. Der mittlere Brustumfang aus dem ersten Drittel ergibt sich zu 91,1 Cm., aus dem letzten zu 97,3 Cm. Die Längsgruppen mit einem gleichgrossen allgemeinen Mittel sind nicht in die Tabelle eingetragen. Ebenso werden wir bei der Lendenkraft durch die Mittelzahlen aus dem ersten und letzten Drittel auf weit von einander absteigende Längsgruppen hingewiesen. Nur bei der vitalen Lungencapazität weichen die Mittelzahlen, aus den beiden Extremen gezogen, nicht so bedeutend von einander ab. Wir ersen also hieraus, dass bei ein und derselben Länge ein *verschiedenes* Gewicht ebenso bedeutende Differenzen in den übrigen Körpermaassen hervorbringt, wie sie nur beim Vergleich der kleinsten mit den längsten Männern bei mittlerem Gewicht auftreten. Aus dem Vergleich der aus dem ersten und letzten Drittel berechneten Mittel mit dem allgemeinen Mittel geht hervor, dass letzteres meist zwischen beiden in der Mitte steht, und danach dürfte man denn annehmen, dass das Gewicht und die Kräfte (siehe vorige Seite) um 7% der Brustumfang um 3 $\frac{1}{2}$ , die vitale Lungencapazität um 4% unter das Mittel sinken dürften, ehe eine Beeinträchtigung der Gesundheit vorausgesetzt werden müsste. Im Parkes heisst es S. 485: Sind Länge, Brustumfang oder Gewicht, oder beide stark nicht entsprechend dem Mittel, so ist der Mann untauglich.

Somit muss ich alle, deren Gewicht mehr als 12 Pfd. und deren Brustumfang mehr als 3 Cm. unter das allgemeine Mittel gesunken sind, als schwächlich bezeichnen, bei denen es fraglich bleibt, ob sie für die Länge im Stande sein dürften, ihren Verpflichtungen nachzukommen. Hiervon ausgeschlossen sind natürlich die Reconvallescenten, denn die in Folge einer Krankheit eingetretene zeitweilige Verminderung des Gewichts, Brustumfanges etc. kann sich bei zweckmässiger Behandlung wieder ausgleichen, die ohne nachweisbare Krankheit vorkommenden Abweichungen wohl schwerlich, während des Dienstes aber ganz gewiss nicht.

Von den übrigen Maassen, die in die Tabelle nicht eingetragen sind, wäre nur zu erwähnen, dass das verschiedene Gewicht auf die Länge des Sternum's nur sehr wenig Einfluss zu haben scheint, dagegen finden sich bei der Brustbeweglichkeit bedeutend grössere Unterschiede (über 1 Cm.) bei verschiedenem Gewicht, als bei verschiedener Körperlänge und mittlerem Gewicht. Der Brustwarzenabstand

scheint nur insofern vom Gewicht beeinflusst zu werden, als der Brustumfang selbst wesentlich mit demselben Hand in Hand geht.

Wie der Leser sich aus den Erörterungen zu Tab. N I noch entsinnen wird, nahmen bei 2 Cm. Zunahme in der Körperlänge die anderen Maasse in mehr weniger regelmässiger Progression zu, und aus dem Plus, um das die folgende Zahl die vorhergehende überstieg, liess sich bestimmen, wie viel dieses Plus für nur 1 Cm. Zunahme in der Körperlänge betragen musste. Durch Addition dieser Grösse zu der bei 158 oder 159 Cm. Länge gefundenen Mittelzahl lässt sich eine arithmetische Progression entwerfen, die in der Mehrzahl der Fälle mit den aus den einzelnen Messungen berechneten Mittelzahlen recht gut übereinstimmt, somit den wirklichen Mittelzahlen aller Wahrscheinlichkeit nach ziemlich nahe kommen wird. Diese Mittelzahlen habe ich in Tab. N III zusammengestellt.

Tab. No. III.

Correctur der Mittelzahlen.

Länge.	Gewicht.			Brustumfang.			Vitale Lungencapazität.			Kraft in den Lenden.		
	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem letzten Drittel.	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem letzten Drittel.	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem letzten Drittel.	Mittel aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel.	Mittel aus dem letzten Drittel.
Cm.	Pfd.		Cm.		Ccbs.		Pfd.		Pfd.			
154	137		92,1		3500		288		134			
155	138		92,3		3540		291		135			
156	140		92,5		3570		294		136			
157	141		92,7		3610		297		137			
158	143		92,9		3650		300		138			
159	133	153	90,8	95,8	3500	3800	280	304	320	140		
160	135	155	90,5	96,1	3550	3850	284	308	324	141		
161	137	157	90,8	96,4	3600	3900	288	312	328	143		
162	139	159	91,5	96,8	3650	3950	292	316	332	144		
163	140	162	91,4	97,2	3700	4000	294	320	338	146		
164	142	164	91,6	97,5	3750	4050	298	324	342	147		
164	144	166	92,0	97,9	3800	4100	302	328	346	149		
165	146	168	92,3	98,2	3850	4150	306	332	350	150		
166	147	169	92,5	98,4	3900	4200	308	336	356	152		
167	149	173	92,9	98,8	3950	4250	312	340	360	153		
168	151	175	93,5	99,1	4000	4300	316	344	364	155		
169	153	177	93,8	99,4	4050	4350	320	348	368	156		
170	154	180	93,9	99,8	4150	4400	322	352	374	158		
171	169		97,2		4300							

*Correctur der Mittelzahlen*

*keine Angabe*

Nach demselben Princip habe ich nun auch noch die Mittel aus dem ersten und letzten Drittel corrigirt. Nehmen wir z. B. das Gewicht, so zeigt es sich, dass die aus dem ersten und letzten Drittel berechneten Mittelzahlen zunächst um c. 10 Pfd., dann um 12, 14 und 16 Pfd. von einander abweichen, und da andererseits das allgemeine Mittel zwischen beiden Extremen in der Mitte liegt, so lassen sich diese beiden letzteren durch Addition und Subtraction von 5 Pfd. zum — und vom — corrigirten Mittel construiren. Von 162 Cm. an waren es 6 Pfd., von 166 Cm. 7 Pfd., von 170 Cm. 8 Pfd., die addirt oder subtrahirt werden mussten. In derselben Weise wurden dann auch noch die Grenzwerte für den Brustumfang, die vitale Lungencapazität und die Lendenkraft bestimmt. Auch diese Werthe sind in die corrigirte Tab. № III eingetragen. Wie aus derselben ersichtlich wird, habe ich nur für die Länge von 158—170 Cm. die Mittelzahlen nach den eben angeführten Grundsätzen bestimmt. Für die kleineren wie längeren Männer erscheint es unmöglich, aus dem bisher gesammelten Material die Gesetze entwickeln zu wollen, wie die Körpermaasse beim Steigen und Fallen der Körperlänge zu- und abnehmen werden. Nach den nur aus wenigen Fällen berechneten Mittelzahlen der kürzeren Männer scheint von 158 Cm. an die Abnahme in allen Körpermaassen eine langsamere zu sein, und daher habe ich für die Längsgruppen 155—157 Cm. beim Gewichte statt 2 Pfd. nur 1½ Pfd., beim Brustumfang statt ½ nur ¼ Cm., bei der vitalen Lungencapazität statt 50 nur 40 Ccm., bei den Kräften statt 4 und 1½ Pfd. nur 3 und 1 Pfd. Abnahme auf je 1 Cm. Längenabnahme gerechnet.

Nachdem wir somit den Einfluss der Länge auf die Körpermaasse kennen gelernt, und uns dabei überzeugt haben, dass bei zunehmender Körperlänge auch alle anderen Körpermaasse wachsen, so fragt es sich, giebt es nicht noch andere Grössen, die einen gleich grossen oder vielleicht noch grösseren Einfluss auf die anderen Körpermaasse auszuüben im Stande sind?

Sehr nahe liegt es nun, in dem Körpergewicht solch' eine Grösse zu suchen, zumal da wir aus den bisherigen Untersuchungen uns schon zu verschiedentlichen Malen von seinem wesentlichen Einfluss zu überzeugen Gelegenheit gehabt.

Um nun aber den alleinigen Einfluss des Gewichts ohne den der Länge verfolgen zu können, musste ich meine Tafeln, in denen die einzelnen Messungen verzeichnet waren, vollkommen umformen, ich musste alle Matrosen anstatt nach der Länge nach dem Gewichte ordnen.

Nach dem Gewichte liess ich die Länge folgen, so dass bei Männern gleichen Gewichtes der kürzere dem längeren voranging. Nachdem dann alle ihre Stelle erhalten, wurde zunächst wiederum das allgemeine Mittel für ein bestimmtes Gewicht und nächst dem das aus dem ersten und letzten Drittel bestimmt. In dem ersten Drittel befanden sich bei dieser Zusammenstellung die kürzesten, im letzten die längsten Männer. Da eine Zusammenstellung für nur 1 Pfd. Zunahme im Körpergewicht eine gar zu zeitraubende Arbeit gewesen wäre, beschränkte ich mich nur für je 5 Pfd. eine Mittelzahl zu berechnen. Dieselben sind in Tab. № IV zusammengestellt. Ausser der Länge habe ich dann auch noch den Brustumfang, die vitale Lungencapazität und die Lendenkraft berechnet.

*Average with 5 lb. increase in weight*  
 Tab. No. IV.

Mittelzahlen bei 5 Pfd. Zunahme im Körpergewicht.

Körpergewicht Pfd.	Körperlänge.		Brustumfang.		Vital Lungencapazität.		Lendenkraft.		
	Werte aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel aus dem letzten Drittel.	Werte aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel aus dem letzten Drittel.	Werte aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel aus dem letzten Drittel.	Werte aus dem ersten Drittel.	Allgemeines Mittel aus dem letzten Drittel.	
140—144	161.3	157.9	165.8	91.9	91.4	90.9	3580	3850	295
145—149	162.1	158.1	166.4	92.9	92.8	92.6	3600	3700	295
150—154	163.1	159.0	167.3	94.6	93.8	93.3	3700	3860	315
155—159	164.2	160.1	168.2	96.1	95.3	94.8	3900	3960	320
160—164	165.1	161.5	169.6	96.5	96.2	95.5	4000	4140	333
165—169	167.0				96.7	95.5	4000	4180	345

Aus dieser Tabelle geht es nun ganz unbestreitbar hervor, dass wir in dem Körpergewicht ein ganz ebenso brauchbares Maass zur Bestimmung von Mittelwerthen besitzen, wie in der Länge, denn in allen Reihen der Mittelzahlen ist eine Progression unverkennbar, die sogar an vielen Stellen eine regelmässiger zu sein scheint, als bei der Länge ersichtlich wurde. Auffallend ist es nur, wie die Gesetze, nach denen die Progression erfolgt, zum Theil wesentlich von den bei der Länge ermittelten abweichen. Wie erinnerlich, kamen nach Tab. № I auf 1 Cm. Körperlänge 2 Pfd. Gewichtszunahme, wir müssten demnach für 5 Pfd. Gewichtszunahme zum wenigstens 2

*General average*

*average of 10 thirds*

*average of last third*



Cm. Zunahme in der Körperlänge finden, statt dessen steigt die Länge fast ganz ohne Unterbrechung für je 5 Pfd. Gewichtszunahme um 1 Cm. Der Brustumfang steigt dagegen wieder etwas rascher, als nach Tab. I. anzunehmen gewesen wäre, statt um 1 Cm. durchschnittlich um 1 Cm. für je 5 Pfd. Die vitale Lungencapazität nimmt in der Weise zu, dass auf je 5 Pfd. Gewichtszunahme c. 100 CCm., die Lendenkraft, indem auf 5 Pfd. Gewichtszunahme 10 Pfd. in letzterer hinzukommen.

Überblicken wir nun auch noch die Mittelzahlen aus dem ersten und letzten Drittel, so lässt sich im Allgemeinen sagen, dass dieselben weniger stark vom Mittel abweichen, als die in Tab. X I, dass somit bei gleichem Gewicht der Einfluss der Körperlänge weniger bemerkbar wird, als bei gleicher Länge aber verschiedenem Körpergewicht. Nicht zu übersehen ist dann auch noch das Verhalten des Brustumfanges, der aus dem ersten Drittel berechnet (kurze Männer) durchweg grösser ist, als der aus dem letzten Drittel berechnete (lange Männer). Da sich diese Erscheinung überall wiederholt, müssen wir annehmen, dass bei gleichem Gewicht der kürzere Mann einen grösseren Brustumfang besitzen muss und umgekehrt. Bei der vitalen Lungencapazität zeigt sich dagegen durchweg das entgegengesetzte Verhältniss, bei gleichem Gewicht hat der kürzere Mann die kleinere, der längere die grössere vitale Lungencapazität, und aus dem Vergleich des Brustumfanges mit der vitalen Lungencapazität, geht dann weiter hervor, dass wenigstens bei Männern von gleichem Gewicht der Umfang der Brust von keinem Einfluss auf die Grösse der vitalen Lungencapazität sein kann, Körperlänge und Gewicht müssen einen weit grösseren Einfluss haben.

Lassen sich demnach nach dem Gewichte ohne Ausnahme auch alle Körpermaasse bestimmen, so ist daraus ersichtlich, dass man mit derselben Berechtigung wie nach der Länge auch nach dem Gewichte die Matrosen in eine Tafel zusammenstellen könnte, da es nun aber durchweg angenommen ist, die Recruten nach der Länge und nicht nach dem Gewichte zu empfangen, so finde ich es auch zweckmässiger beim alten Modus zu bleiben.

Endlich habe ich nun auch noch nach dem Brustumfang die Matrosen geordnet und für das Gewicht und die vitale Lungencapazität die Mittelzahlen bestimmt. Sie sind in Tab. X V zusammengestellt.

Tab. No. V.  
*Übertrag. v. Tab. I. u. II. in d. Tab. V.*  
Mittelzahlen bei 2 Cm. Zunahme im Brustumfang.

Brustumfang <i>Brust. Umf.</i>	Körpergewicht im Mittel <i>Körpergewicht</i>	Vitale Lungencapazität im Mittel <i>Vitale Lungencapazität</i>
- 90 Cm.	138,6 Pfd.	3500 CCm.
91 und 92 "	147,8 "	3700 "
93 " 94 "	151,9 "	3770 "
95 " 96 "	156,9 "	3990 "
97 " 98 "	163,5 "	4100 "
99 " 100 "	167,4 "	4310 "
101 " + "	178,1 "	4539 "

In beiden Reihen finden wir ein Ansteigen der Mittelzahlen, doch folgt die Zunahme weniger regelmässig, als in Tab. I und IV. Wie es scheint nimmt das Gewicht für 1 Cm. Brustumfang um 2½ Pfd., die vitale Lungencapazität um c. 75 CCm. zu. Nachdem ich aus diesen beiden Reihen ersehen, dass der Brustumfang jedenfalls weniger geeignet erschien, danach die anderen Körpermaasse zu bestimmen, so unterliess ich es die Tabelle weiter auszuführen, zumal da diese Arbeiten im höchsten Grade zeitraubend und langweilig sind. Hier beim Brustumfang will ich noch ein Mal auf die Brustbeweglichkeit und den Brustwarzenabstand zurückkommen, da beide Maasse in nächster Beziehung zu denselben stehen. Der leichteren Uebersicht wegen stelle ich die betreffenden Maasse aus Tab. I noch ein Mal zusammen, wozu ich dann noch 2 neue Rubriken hinzugefügt habe.

*Ratio of movement of Chest Lehest. pith  
and distance between nipple to chest. pith*  
Tab. No. VI.

Zusammenstellung der Quotienten aus dem Brustumfang und der Beweglichkeit einerseits und dem Brustumfang und dem Brustwarzenabstand andererseits.

Länge Cm.	Chest pith Breustumfang		Breustweite Beweglich- keit d. chest	Chest pith Warzenab- stand Breustweite	Chest pith Breustumfang dividirt durch die Beweg- keit den Brustwar- zenabstand.	
	Cm.	Cm.			Cm.	
157	91,38	9,2	20,5	9,9	4,5	
158	92,98	9,3	20,6	9,9	4,5	
159	92,94	9,4	20,6	9,9	4,5	
160	94,13	9,5	20,8	9,9	4,5	
161	93,41	9,4	20,6	9,9	4,5	
162	93,83	9,5	20,9	9,9	4,5	
163	93,83	9,5	21,0	9,9	4,5	
164	94,18	9,7	21,3	9,7	4,4	
166	94,66	9,7	21,3	9,8	4,4	
166	94,55	9,7	21,1	9,8	4,5	
167	96,06	9,9	21,3	9,7	4,5	
168	95,01	9,6	21,1	9,9	4,5	
169	96,49	9,8	21,6	9,9	4,5	
170	96,77	9,9	21,7	9,8	4,5	

Der Brustumfang durch die Beweglichkeit dividirt, ergibt fast durchweg denselben Quotienten, und nur für die Längsgruppe 164 und 167 Cm. weicht derselbe bedeutend ab. Als Mittel für alle Längsgruppen erhalten wir den Quotienten 9,84.

Ein ebenso constantes Verhältniss zeigt sich zwischen dem Brustumfang und dem Brustwarzenabstand, auch hier sind es nur 2 Längsgruppen (164 und 165 Cm.), in denen der Quotient abweicht. Will man demnach aus dem Brustwarzenabstand den Brustumfang während der Inspiration bestimmen, so muss man erstern mit 4,5 (genau 4,48) multipliciren.

Da von mehreren Autoren (Bernstein, Parkes) der Brustumfang mit der halben Körperlänge verglichen wird, so lasse ich zum Schluss dieser Abhandlung eine entsprechende Zusammenstellung folgen.

Körperlänge Cm.	Halbe Körperl. Cm.	Brustumfang Cm.	Differenz zwischen Körperl. u. Brustumf. Cm.
153-157	77,5	91,8	14,3
158-160	79,5	93,3	13,8
161-163	81,0	93,8	12,8
164-166	82,5	94,5	12,0
167-169	84,0	95,8	11,8
170-172	85,5	96,9	11,4

Es überragt demnach im Mittel der Brustumfang bei kleinen Männern (-160 Cm.) um 14 Cm., bei mittleren (-166 Cm.) um 12½ Cm., bei langen (-172 Cm.) um 11½ Cm. die halbe Körperlänge, oder mit anderen Worten ausgedrückt: der Brustumfang ist gleich der halben Körperlänge + ¼ der Körperlänge (kleine Männer), + ½ (mittlere Männer), + ⅓ (lange Männer). Wir sind demnach zu demselben Resultat gekommen, wie Dr. Bernstein. In der Allg. Militärärztl. Zeitung heisst es: „Den grössten Brustumfang im Verhältniss zur Körperlänge bietet nur der sogenannte Mittelschlag. Uebersteigt die Körperlänge das Mittelmaass, dann folgt ihr der Brustumfang nicht mehr in derselben Proportion, er bleibt zurück.“

Nach Parkes muss der Brustumfang zum wenigsten gleich sein der halben Körperlänge. In der Allg. Militärärztl. Zeitung heisst es ferner: Bei allen Tauglichen überragt der Brustumfang um 1 bis 2 auch 3 Zoll die Hälfte der Körperlänge. Die Schwäche fängt dort an, wo bei sonstigem Abgange eines krankhaften oder abnormen Zustandes der Brustumfang nicht um 1 oder 2 Zoll mehr als die Hälfte der Körperlänge beträgt. 3 Zoll österr. sind gleich 7 Cm., demnach überschreitet bei uns der Brustumfang durchweg um ein Bedeutendes das verlangte Maass. Ziehen wir nun auch von unserem Brustumfang durchweg 4½ Cm. (das ist die halbe Brustbeweglichkeit) ab, um ein Maass zu erhalten, das dem österreichischen entspricht, wo, wie schon früher bemerkt, während der Atempause der Brustumfang gemessen wird, so bleibt dennoch selbst bei den längsten Männern der Brustumfang 7 Cm. grösser als die halbe Körperlänge.

Da nun von den meisten Autoren dieses Verhältniss als ein ganz constantes angenommen wird, und jedes Sinken dieses Verhältnisses unter das gesetzliche als entschiedenster Beweis für Militärrück-

keit angenommen wird, so habe ich auch den aus dem ersten Drittel bestimmten Brustumfang mit der halben Körperlänge verglichen.

Körperlänge.	Halbe Körperl.	Brustumfang aus d. ersten Drittel.	Differenz zwisch. Körperl. u. Brustumf.
153—157 Cm.	77,5 Cm.	89,4 Cm.	11,9 Cm.
158—160 "	79,5 "	90,5 "	11,0 "
161—163 "	81,0 "	91,0 "	10,0 "
164—166 "	82,5 "	91,7 "	9,2 "
167—169 "	84,0 "	92,5 "	8,5 "
170—172 "	85,5 "	94,8 "	9,3 "

Also auch noch der aus dem ersten Drittel berechnete Brustumfang übersteigt um 9—12 Cm. die halbe Körperlänge oder doch wenigstens (nach Abzug von 4½ Cm.) um 4—7½ Cm. (1½—3 Zoll). Die für Oesterreich gültigen Gesetze können auf unsere Dienstpflichtigen nicht übertragen werden, da der Russe einen verhältnismässig weiteren Brustumfang besitzen muss. 8 Cm. dürften bei uns das Minimum betragen, um welches der während der Inspiration gemessene Brustumfang die halbe Körperlänge übersteigen müsste.

Brent<sup>1</sup> stellt folgende Sätze auf:

- 1) Minimalbrustumfang ist gleich  $\frac{1}{2}$  Körperlänge  $-\frac{1}{4}$  der Länge.
- 2) Mittlerer Umfang gleich  $\frac{1}{2}$  Körperlänge  $+\frac{1}{4}$  Länge.
- 3) Maximalumfang gleich  $\frac{3}{4}$  der Körperlänge.

Weiter sagt er? Nehmen wir Leute von Minimal-, Mittlerem- und Maximal-Gewicht bei verschiedener Länge, so muss ihr Brustumfang wie folgt sein:

Körperlänge.	Minim.	Brustumfang-Mittel.	Maxim.	Differenz zw. Min. u. Max.
152,4 Cm.	75,6 Cm.	86,4 Cm.	94,3 Cm.	18,7 Cm.
154,9 "	76,8 "	88,3 "	95,9 "	19,1 "
157,5 "	78,1 "	89,6 "	97,5 "	19,4 "
160,0 "	79,4 "	91,1 "	99,0 "	19,6 "
162,6 "	80,6 "	93,3 "	100,6 "	20,0 "
165,1 "	81,9 "	94,0 "	102,2 "	20,3 "
167,6 "	83,2 "	95,2 "	103,8 "	20,6 "
170,2 "	84,5 "	96,8 "	105,4 "	20,9 "
172,7 "	85,7 "	98,1 "	107,0 "	21,3 "
175,3 "	87,0 "	99,7 "	108,6 "	21,6 "

<sup>1</sup> Hutchinson's Cyclopaedia of Anatomy and Physiol.

Diese von Brent mitgetheilten Reihen lassen sich in keinerlei Weise mit meinen Mittelzahlen des Brustumfanges in Einklang bringen. Um diesen Unterschied deutlich hervortreten zu machen, habe ich in der letzten Spalte die Differenz zwischen Minimal- und Maximal-Brustumfang angegeben, dieselbe steigt von 18,7 bis 21,6 Cm. Ich habe dagegen, wie aus Tab. N II ersichtlich ist, nie über 6 Cm. Unterschied zwischen Minimal- und Maximal-Brustumfang gefunden. In Tab. N II sind nun freilich die Fälle, aus denen der Brustumfang berechnet wurde, nach dem Gewichte geordnet, wodurch der Unterschied zwischen Minimum und Maximum des Brustumfanges natürlich vermindert werden musste. Ich habe daher noch folgende Zusammenstellung ausgeführt. Alle Männer einer Länge wurden nach ihrem Brustumfang geordnet und sodann aus dem ersten, mittleren und letzten Drittel der Brustumfang ermittelt. Es ergaben sich folgende Reihen:

Körperlänge.	Brustumfang.			Differenz zwisch. Min. u. Max.
	Minim.	Mittel.	Maxim.	
159 Cm.	88,6 Cm.	93,5 Cm.	96,5 Cm.	7,9 Cm.
160 "	90,4 "	94,4 "	98,1 "	7,7 "
161 "	90,0 "	93,4 "	97,3 "	7,3 "
162 "	90,2 "	93,9 "	97,9 "	7,7 "
163 "	90,0 "	94,1 "	98,0 "	8,0 "
164 "	90,3 "	94,6 "	98,2 "	7,9 "
165 "	90,9 "	94,6 "	99,0 "	8,1 "
166 "	91,1 "	94,8 "	98,9 "	7,8 "
167 "	92,0 "	96,3 "	100,3 "	8,3 "
168 "	91,4 "	94,9 "	99,3 "	7,9 "

Die grösste Differenz beträgt in dieser Zusammenstellung 8,3 Cm., also immer erst nur  $\frac{1}{2}$  von der Brent'schen.

Noch unwahrscheinlicher werden diese Masse, wenn wir erwägen dass nach Hutchinson's Angaben 1 Cm. Zunahme im Brustumfang 4,21 Pfd. russ. Zunahme im Gewicht entspricht. Der Unterschied zwischen Minimal- und Maximal-Gewicht der betreffenden Leute, die einen Unterschied von 18,7 Cm. im Brustumfang ergaben, muss demnach fast 70 Pfd., bei denen von 21,6 Cm. Unterschied aber 90 Pfd. betragen haben, also, wie ich glaube, ein zweiter Beleg, dass diese Zahlenangaben nicht richtige sein können. Sollen es jedoch nicht Mittelzahlen, sondern nur einzelne als Extreme angeführte Beispiele sein,

dann bleibt es jedenfalls auffallend, wie sich in allen 3 Reihen eine so regelmässige Progression herausgestellt hat. Mit meinen Mittelzahlen lassen sie sich jedenfalls nicht vergleichen.

Nach Beendigung dieser Abhandlung will ich mir noch einige Fragen vorlegen, deren Erörterung im Interesse dieser und zukünftiger gleicher Arbeiten zu liegen scheint.

I. Was ist mit dieser Arbeit erreicht?

Die hauptsächlichsten Resultate scheinen mir folgende zu sein: Mittelzahlen existiren, und nach denselben wird man jedenfalls ein Urtheil über die Diensttauglichkeit eines Mannes abgeben können. Fänden wir z. B. einen Mann mit über das Mittel gehendem Gewicht und Brustumfang, während seine Kräfte und die vitale Lungencapacität bedeutend hinter dem Mittel zurückblieben, so könnten wir ihn getrost als tauglich betrachten, in der Voraussetzung, dass er nur simulirt, nicht aber kränklich sei. Fände sich umgekehrt Jemand, der bei weit unter das Mittel gehendem Gewicht und Brustumfang in den Militärdienst eintreten wollte, so könnten wir, gestützt auf seine Maasse, ihn unbedingt abweisen. Bei den im Dienst befähigten Matrosen könnten wir nach den Maassen die Tauglichkeit zu besonderen Arbeiten begutachten. Einer mit einem schlechten Brustumfang wird nicht Musikant werden können, wenn seine übrigen Maasse auch noch so gut wären. Die mit besonders stark entwickelter Handkraft dürften sich zum Dienst in dem Mastkorbe, die mit guter Lendenkraft zum Dienst bei den Geschützen ganz vorzüglich eignen etc.

Viel wichtiger nun aber als diese Mittelzahlen erscheinen mir die Grenzwerte. Einen Versuch, dieselben durch bestimmte Maasse zu fixiren, habe ich gemacht, doch bin ich mir sehr wohl bewusst, dass mit diesen theoretisch construirten Werthen in praktischer Beziehung noch wenig gewonnen ist. Dass aber Grenzwerte existiren, ist ganz unbestreitbar, nur müssen die von mir angegebenen erst durch die Erfahrung in ihrer Richtigkeit bestätigt werden. Wie ausserordentlich wichtig es sein muss, Maasse zu besitzen, aus denen die Militärentüchtigkeit hervorgeht oder wenigstens sehr bald zu erwarten steht, liegt auf der Hand. Anstatt dass jetzt unser Seehospital mit chronischen Kranken überfüllt ist, die in denselben doch nicht ihre Gesundheit wiederfinden, könnte man sie zu einer Zeit aus dem Dienst entlassen, wo sie, anstatt hier dem Staat Jahre lang zur Last zu fallen, in ihrer Heimath noch nützliche producirende Staatsbürger

abgeben würden. Wie bekannt, liefert die Tuberculose alljährlich das grösste Contingent derjenigen, die wegen Kränklichkeit des Dienstes entlassen werden müssen. Andererseits ist aber auch bekannt, dass diese Krankheit in ihren ersten Anfängen durch die genaueste physikalische Untersuchung der Brustorgane oft durchaus nicht ermittelt werden kann. Liesse es sich nun aus der allmählig eintretenden Verminderung des Gewichtes und des Brustumfanges vorausbekommen, dass diese Krankheit im Anzuge sei, so liegt es doch auf der Hand, dass es vortheilhafter für den Staat wie für den betreffenden Matrosen wäre, letzteren zu einer Zeit zu entlassen, wo Heilung noch möglich, anstatt dass man bisher meist so lang warten musste, bis die physikalische Untersuchung gar keinen Zweifel mehr darüber zulies, dass die Tuberculose schon ihr Werk der Zerstörung begonnen. Darüber sind aber Jahre vergangen, der Mann hat dem Staat in dieser Zeit nichts genützt, da er die Hälfte der Zeit im Hospital zubrachte, seine Gesundheit ist dagegen unterdessen unwiederbringlich untergraben, und jetzt endlich, wo er auch in der Heimath nur zur Last fallen kann, hat seine Entlassungsstunde aus dem Dienste geschlagen.

Als ein weiteres Resultat meiner Arbeit möchte ich es ansehen, auf die Wichtigkeit des Körpergewichtes hingewiesen zu haben, welchem von vielen Autoren immer noch die Stellung nach dem Brustumfang eingeräumt wird, während es nach meinen Untersuchungen gleich nach der Körperlänge seinen Platz finden müsste. Sollte es sich dann auch noch bewähren, dass 1 Pfd. Gewichtszunahme genau der doppelten Zunahme in der Leistungsfähigkeit (Lendenkraft) entspricht, so würde auch darin eine nicht zu verachtende Grösse gefunden sein, um das Maass von Arbeit zu bestimmen, wie auch um Simulation zu entdecken.

Ferner wäre zu erwähnen, dass nach meinen Untersuchungen dem Brustumfang mit seinem Einfluss auf die vitale Lungencapacität ein weit geringerer Einfluss eingeräumt werden dürfte, als bisher geschehen.

II. An diese erste Frage reiht sich ungezwungen die zweite: Was kann auf diesem Gebiet erreicht werden, und auf welchem Wege müsste man dann fortarbeiten?

Wenn die meisten Regierungen in ihren Gesetzgebungen über den Recruteneintrag ausser der Länge und dem Alter in letzter Zeit auch noch andere Bestimmungen aufgenommen (in Oesterreich z. B. das Verhältniss des Brustumfanges zur Körperlänge), so hat die Er-

fahrung den Nutzen solcher Bestimmungen schon bewährt, und es bliebe mir nur übrig den Weg zu bezeichnen, auf dem man bei uns zu richtigen Resultaten gelangen könnte. Die Mittelzahlen müssten jedenfalls durch Untersuchungen an den Recrutenpflichtigen und nicht an bereits ausgehobenen Recruten festgestellt werden. Nachdem diese fixirt wären, liessen sich die Tauglichen sehr leicht von den Untauglichen sondern, indem man zum jedenfalls schweren Soldatendienst nur solche bestimmte, deren Maasse dem Mittel zum wenigsten gleichkämen. Diese Untersuchungen müssten natürlich für die verschiedenen Theile des Reiches gesondert ausgeführt werden, da je nach Klima, Wohlhabenheit der Bevölkerung, Nationalität etc. die Mittelzahlen recht erhebliche Differenzen darbieten würden.

Da nach Quetelet's Untersuchungen die Länge und auch das Körpergewicht noch nach dem 20. Jahre im Fortschreiten begriffen sind, und doch vom 20. Jahre an Recruten empfangen werden, so würde weiter zu ermitteln sein, wie sich diese Mittelzahlen von 5 zu 5 Jahren verändern, damit falls bei Mangel an tauglichen vollwüchsigen Subjecten, doch Schwächliche aufgenommen werden müssten, die Grössen bekannt wären, nach denen man die Weiterentwicklung verfolgen könnte, um bei Zurückbleiben der Entwicklung bei Zeiten einen für den Dienst Untauglichen aus demselben zu entfernen.

Falls nun aber derartige Untersuchungen an dem Orte der Aufnahme nicht ausführbar wären, was mir natürlich nicht bekannt sein kann, so müsste der weit schwierigere Weg der von mir eingeschlagenen Untersuchungen an bereits für den Dienst Ausgehobenen fortgesetzt werden, und zwar würden nach meinem Dafürhalten zum wenigsten noch 5000 Mann nöthig sein, um die Mittelzahlen einigermaassen fehlerfrei bestimmen zu können.

Um auch die Grenzmaasse fixiren zu können, würden mehrere Wege offen stehen.

1) Müsste man während der Untersuchungen an gesunden Recruten seine ganze Aufmerksamkeit den Subjecten zuwenden, die zunächst nur in Bezug auf's Gewicht und den Brustumfang unter die von mir aufgestellten Grenzwerte fallende Maasse darböten. Bei diesen müsste jedenfalls die Frage erörtert werden, ist die Abnahme eine zeitweilige, durch eine eben überstandene Krankheit bedingte, oder ist dieselbe eine seit vielen Jahren in gleicher Weise schon andauernde. Letztere würden nun vornehmlich das Material abgeben, um diese Grenzwerte zu bestimmen. Stelle es sich nämlich bei

fortgesetzter Beobachtung dieser Subjecte heraus, dass sie, auch selbst unter günstigere Verhältnisse gebracht (Exemption von besonders schweren Arbeiten und Besserung der Nahrung und Wohnung), dennoch nichts am Körpergewicht und Brustumfang gewinnen, so müsste man solche jedenfalls als Untaugliche ausscheiden, da sich derartige Exemptionen im Militärdienst jedenfalls als sehr misslich herausstellen müssten.

Bei diesen Untersuchungen würde sich nun dreierlei herausstellen können, entweder meine Grenzwerte sind zu hoch gegriffen (d. h. nicht alle, die nach meinen Maassen als untauglich angesehen werden müssten, würden sich als solche herausstellen), oder sie sind zu niedrig (d. h. ausser den nach meinen Maassen als untauglich zu Betrachtenden würden sich auch noch andere als untauglich erweisen, deren Körpermaasse um ein Bestimmtes die von mir angegebenen Grenzen übersteigen würden), oder endlich meine Grenzwerte erweisen sich als richtig. Jedenfalls könnte man aber auf diesem Wege die praktisch sehr werthvollen Grenzmaasse bestimmen.

2) Ein zweiter viel langsamer zum Ziele führender Weg wäre folgender: Ueber alle von mir Untersuchten und in Zukunft noch zu Untersuchenden müssten genaue Notizen geführt werden, wie oft sie dienstuntauglich gewesen, d. h. wie oft sie das Hospital aufgesucht und mit was für Krankheiten sie dann behaftet gewesen. Würden derartige Untersuchungen Jahrelang fortgeführt, und würden jedes Mal, wenn einer von den Untersuchten das Hospital betritt und verlässt, die von mir bestimmten Maasse von neuem untersucht werden, so liesse sich danach gleichfalls beurtheilen, ob die von mir aufgestellten Grenzwerte haltbar wären. Diese Untersuchungen müssten nun aber jedenfalls, auch wenn man den ersten schneller zum Ziele führenden Weg verfolgen wollte, nebenbei einhergehen, da auf diesem Wege auch in Bezug auf die Gesunden mancherlei wichtige Fingerzeichen ermittelt werden könnten.

3) Endlich gäbe es dann noch einen dritten Weg, der jedenfalls am langsamsten zum Ziele führte, dafür aber auch die sichersten Resultate geben würde, und dieser bestände in der genauen Untersuchung an Kranken. Das nöthige Material müsste sich in Masse im Hospital finden, doch bedürfen Untersuchungen an Kranken natürlich sehr viel mehr Zeit und Mühe. Jahre würden vergehen, ehe das Material so herangewachsen sein könnte, um an Krankengeschichten und Sectionen die Grenzwerte zu bestimmen, bis zu denen die Körpermaasse

fahrung den Nutzen solcher Bestimmungen schon bewährt, und es bliebe mir nur übrig den Weg zu bezeichnen, auf dem man bei uns zu richtigen Resultaten gelangen könnte. Die Mittelzahlen müssten jedenfalls durch Untersuchungen an den Recrutenpflichtigen und nicht an bereits ausgehobenen Recruten festgestellt werden. Nachdem diese fixirt wären, liessen sich die Tauglichen sehr leicht von den Untauglichen sondern, indem man zum jedenfalls schweren Soldatendienst nur solche bestimmte, deren Maasse dem Mittel zum wenigsten gleichkämen. Diese Untersuchungen müssten natürlich für die verschiedenen Theile des Reiches gesondert ausgeführt werden, da je nach Klima, Wohlhabenheit der Bevölkerung, Nationalität etc. die Mittelzahlen recht erhebliche Differenzen darbieten würden.

Da nach Quetelet's Untersuchungen die Länge und auch das Körpergewicht noch nach dem 20. Jahre im Fortschreiten begriffen sind, und doch vom 20. Jahre an Recruten empfangen werden, so würde weiter zu ermitteln sein, wie sich diese Mittelzahlen von 5 zu 5 Jahren verändern, damit falls bei Mangel an tauglichen vollwüchsigen Subjecten, doch Schwächliche aufgenommen werden müssten, die Grössen bekannt wären, nach denen man die Weiterentwicklung verfolgen könnte, um bei Zurückbleiben der Entwicklung bei Zeiten einen für den Dienst Untauglichen aus demselben zu entfernen.

Falls nun aber derartige Untersuchungen an dem Orte der Aufnahme nicht ausführbar wären, was mir natürlich nicht bekannt sein kann, so müsste der weit schwierigere Weg der von mir eingeschlagenen Untersuchungen an bereits für den Dienst Ausgehobenen fortgesetzt werden, und zwar würden nach meinem Dafürhalten zum wenigsten noch 5000 Mann nöthig sein, um die Mittelzahlen einigermaassen fehlerfrei bestimmen zu können.

Um auch die Grenzmaasse fixiren zu können, würden mehrere Wege offen stehen.

1) Müsste man während der Untersuchungen an gesunden Recruten seine ganze Aufmerksamkeit den Subjecten zuwenden, die zunächst nur in Bezug auf's Gewicht und den Brustumfang unter die von mir aufgestellten Grenzwerte fallende Maasse darböten. Bei diesen müsste jedenfalls die Frage erörtert werden, ist die Abnahme eine zeitweilige, durch eine eben überstandene Krankheit bedingte, oder ist dieselbe eine seit vielen Jahren in gleicher Weise schon andauernde. Letztere würden nun vornehmlich das Material abgeben, um diese Grenzwerte zu bestimmen. Stelle es sich nämlich bei

fortgesetzter Beobachtung dieser Subjecte heraus, dass sie, auch selbst unter günstigere Verhältnisse gebracht (Exemption von besonders schweren Arbeiten und Besserung der Nahrung und Wohnung), dennoch nichts am Körpergewicht und Brustumfang gewinnen, so müsste man solche jedenfalls als Untaugliche ausscheiden, da sich derartige Exemptionen im Militärdienst jedenfalls als sehr misslich herausstellen müssten.

Bei diesen Untersuchungen würde sich nun dreierlei herausstellen können, entweder meine Grenzwerte sind zu hoch gegriffen (d. h. nicht alle, die nach meinen Maassen als untauglich angesehen werden müssten, würden sich als solche herausstellen), oder sie sind zu niedrig (d. h. ausser den nach meinen Maassen als untauglich zu Betrachtenden würden sich auch noch andere als untauglich erweisen, deren Körpermaasse um ein Bestimmtes die von mir angegebenen Grenzen übersteigen würden), oder endlich meine Grenzwerte erweisen sich als richtig. Jedenfalls könnte man aber auf diesem Wege die praktisch sehr werthvollen Grenzmaasse bestimmen.

2) Ein zweiter viellangsamere zum Ziele führende Weg wäre folgender: Ueber alle von mir Untersuchten und in Zukunft noch zu Untersuchenden müssten genaue Notizen geführt werden, wie oft sie dienstuntauglich gewesen, d. h. wie oft sie das Hospital aufgesucht und mit was für Krankheiten sie dann behaftet gewesen. Würden derartige Untersuchungen Jahrelang fortgeführt, und würden jedes Mal, wenn einer von den Untersuchten das Hospital betritt und verlässt, die von mir bestimmten Maasse von neuem untersucht werden, so liesse sich dann gleichfalls beurtheilen, ob die von mir aufgestellten Grenzwerte haltbar wären. Diese Untersuchungen müssten nun aber jedenfalls, auch wenn man den ersten schneller zum Ziele führenden Weg verfolgen wollte, nebenbei einhergehen, da auf diesem Wege auch in Bezug auf die Gesunden mancherlei wichtige Fingerzeichen ermittelt werden könnten.

3) Endlich gäbe es dann noch einen dritten Weg, der jedenfalls am langsamsten zum Ziele führte, dafür aber auch die sichersten Resultate geben würde, und dieser bestände in der genauen Untersuchung an Kranken. Das nöthige Material müsste sich in Masse im Hospital finden, doch bedürfen Untersuchungen an Kranken natürlich sehr viel mehr Zeit und Mühe. Jahre würden vergehen, ehe das Material so herangewachsen sein könnte, um an Krankengeschichten und Sectionen die Grenzwerte zu bestimmen, bis zu denen die Körpermaasse

herabsinken können, worauf noch vollständige Genesung — oder nur Besserung — oder gar der Tod zu erwarten stände.

Falls nun die Untersuchungen an Recruten in derselben Weise fortgesetzt werden sollten, wie ich sie bisher angefahrt, so will ich hier noch einige mir nicht unwichtig erscheinende Fingerzeichen geben, wodurch die Untersuchung abgekürzt und vereinfacht werden könnte.

Länge und Gewicht müssten jedenfalls in derselben Weise wie bisher bestimmt werden, da sie die wichtigsten, gleichzeitig aber auch die am wenigsten zeitraubenden Untersuchungen darstellen, nur könnte man statt des freistehenden Stabes in Zukunft ein Instrument benutzen, wie es beim Empfang der Recruten durchweg gebräuchlich ist. Neben der Eintheilung des Maassstabes nach Arschin und Werschok müsste auch das Metermaass angegeben sein. Von den Brustmaassen könnte die Messung des Sternum's und des Brustwarzenabstandes unbedingt unterbleiben, da wir für ersteres in der Körperlänge, für letzteres im Umfang der Brust, Maasse besitzen, mit denen sie genau Hand in Hand gehen, auch die Brustbeweglichkeit erscheint ziemlich gleichgültig, da wir im Körpergewicht wiederum einen Factor besitzen, der sie hauptsächlich beeinflusst.

Ueber die beste Methode den Umfang der Brust zu messen muss ich folgendes hinzufügen (Siehe meine Einleitung). Wie aus den Beobachtungen meines Collegen Dr. Hohlbeck, der die Untersuchungen an den Matrosen jetzt fortsetzt, hervorgeht, scheint es am besten zu sein, den Brustumfang während des ruhigen Athmens zu bestimmen, wobei derselbe sich nur sehr wenig, in vielen Fällen wirklich auch nicht um einen Mm. verändert. Dieses Maass würde insofern den Vorzug vor dem von mir gewählten, während der Höhe der Inspiration, haben, als es sich vollkommen den störenden Einwirkungen des zu Untersuchenden entziehen würde. Ueber den Nutzen der von Schnepf proponirten und auch ausgeführten Methode, sowohl Ex- wie auch Inspiration zu messen, kann ich kein Urtheil abgeben, da ich die nöthigen Controlversuche nicht angestellt habe. Zur Bestimmung von Mittelzahlen für Gesunde genügt es jedenfalls nur die Expirationsgrösse zu kennen, und auch bei dieser dürfte ein Aufzeichnen von Zehnern vollkommen überflüssig sein, da bei diesen Untersuchungen überhaupt nie daran gedacht werden kann, physiologische Streitfragen zu erörtern, sondern die Untersuchungen der vitalen Lungencapacität nur als Controlversuche für den Brustumfang dienen sollen.

Für die Bestimmung der Kräfte würde auch nur eine Bestimmung und zwar die der Lendenkraft genügen, da es bei der Händekraft vielmehr auf die Kunstfertigkeit in der Handhabung des Instrumentes und auf die Länge der Finger, bei der Lendenkraft aber auf wirkliche Ausübung von Kräften ankommt. Auch das Instrument könnte vereinfacht werden, insofern die bis auf einzelne Pfd. gehende Eintheilung des Zifferblattes die Uebersicht nur erschwert, ohne dass die Genauigkeit der Beobachtung dadurch irgend einen Gewinn davonträgt. Ein Instrument für russisches Gewicht berechnet, an dem für die Händekraft nur 10 Pfd., für die Lendenkraft nur 20 Pfd. abzulesen wären, dürfte vollkommen genügend sein. Für Männer mit kurzen Fingern ist das gegenwärtig im Gebrauch befindliche Instrument gar nicht anwendbar. Daher müssten zum wenigsten 2 vorhanden sein, eines für die mit kurzen, ein zweites für die mit langen Fingern. Andererseits muss ich hier auch noch eines Einwurfes Erwähnung thun, der mir von mehreren meiner Collegen gemacht worden ist. Bei den meisten Arbeiten auf den Schiffen kommt es weniger auf eine einmalige grosse Kraftäusserung, als vielmehr auf die Ausdauer an. Von mir ist aber bisher auf letzteres Moment gar keine Rücksicht genommen, weil mir die dazu nöthigen Instrumente fehlten. Die beiden bisher angestellten Messungen würden sich nur in dem Fall als genügend herausstellen, wenn es sich erwiese, dass sich die Ausdauer proportional der grösstmöglichen momentanen Kraftäusserung verhielte. Da aber die Ausdauer jedenfalls durch Uebung bedeutend gehoben werden kann, während es fraglich bleibt, ob die absolute Kraft in demselben Verhältniss wachsen würde, so müsste die Messung der Ausdauer jedenfalls in Zukunft noch berücksichtigt werden.

Wenn die Untersuchungen an den Matrosen in der eben angegebenen Weise abgekürzt und vereinfacht würden, könnte man gewiss die doppelte Zahl von Beobachtungen täglich machen, circa 50, so dass 1000 Matrosen in 3 Wochen untersucht werden könnten.

Verwerflich ist die bisher übliche Art des Notirens. Ein Feldscheerer, der nicht einmal den Zweck der Arbeit zu begreifen im Stande ist, kann nicht der Gehülfe des Arztes sein, und da der Arzt nicht gleichzeitig die Beobachtung am Instrumente machen und den Schreiber im Aufzeichnen der Beobachtungen controliren kann, so werden Fehler unvermeidlich sein. Nicht selten ist es vorgekommen, dass ich die Arbeit einer halben Stunde habe verwerfen

müssen, weil der unaufmerksame Feldscheerer sich ein Mal in der Rubrik versehen, in welche die Zahl eingetragen werden musste. Es müssten jedenfalls immer gleichzeitig 2 mit dem Aufschreiben der vom Arzt ausgerufenen Zahlen betraut sein, damit jeder Fehler sogleich zu ermitteln wäre, und andererseits müsste das Interesse des Feldscheerers an der Sache gleich viel auf welchem Wege geweckt werden.

III. Nach diesen Wünschen für die Zukunft komme ich nun noch zur letzten Frage: Entsprechen den von uns ermittelten Mittelmaassen auch die Arbeit und Nahrung unserer Matrosen?

Die Arbeit eines einzelnen Matrosen auch nur annähernd in ihrem Werth zu beurtheilen, ist unmöglich, da fast bei allen Arbeiten gleichzeitig eine viel zu grosse Zahl von Menschen beschäftigt sind, die zum Theil wenigstens gewiss nur zum Schein mitarbeiten. Wenn man demnach auch die Last z. B. einer Kanone oder einer Raa bestimmte, so bliebe es dennoch ungewiss, wie viele von den Matrosen beim Bewegen derselben wirklich gearbeitet, wie viele dabei müssig gestanden. Auch die Zeit, die zur Ruhe und zur Arbeit bestimmt ist, lässt sich aus demselben Grunde nicht gegen einander abwägen. Es bleibt demnach nur der Weg des Rückschlusses. Jede Arbeit ist mit einer Verminderung der Körperkraft und einem Verbrauch von Körpersubstanz verbunden, welche Verluste durch Ruhe und Aufnahme von Nahrungsmitteln wieder ausgeglichen werden. Man könnte demnach den Versuch machen, einen Mann jeden Morgen und Abend in Bezug auf sein Gewicht und seine Kräfte zu prüfen. Blieben dieselben sich stets gleich, so dürfte man schliessen, dass Arbeit und Nahrung sich das Gleichgewicht hielten. Wenn man nun diesen einzelnen Menschen eine bestimmte Reihe von Stunden mit einer Maschine arbeiten liesse, so könnte man durch Vergrösserung oder Verminderung der zu überwindenden Hindernisse einerseits, das Verhältniss fixiren, wie viel Arbeit von dem Mann bei einer bestimmten Nahrung geleistet werden kann, ohne dass sein Körpergewicht dabei abnimmt. Wiederholte man diesen Versuch bei Männern verschiedener Länge und verschiedenen Gewichtes, so liesse sich für jeden einzelnen Fall die Gleichung zwischen Arbeit und Nahrung finden.

Derartige Experimente lassen sich nun aber nicht mit Matrosen anstellen, die andere Lebensaufgaben haben, als zu physiologischen

Experimenten verwandt zu werden. Man muss demnach seine Experimente den Verhältnissen, unter denen der Matrose lebt, anpassen, und dazu bietet sich mancherlei Gelegenheit, nur muss man nicht an einzelnen Tagen, sondern nach längeren Abschnitten, nicht an einem einzelnen, sondern immer an mehreren hundert gleichzeitig seine Untersuchungen anstellen. Nach dem langen Winter beginnt eine schwere Zeit, die Ausrüstung, demnach müsste man vor derselben und nach Beendigung derselben z. B. die ganze Mannschaft eines Schiffes in angegebener Weise prüfen. Nach den Resultaten liesse sich dann ein Urtheil darüber fällen, ob die Arbeit bei bekannter Nahrung den Kräften der Mannschaft entsprechend gewesen. Auf diese schwere Arbeitszeit folgt die Zeit der Seefahrt, wo die Arbeiten selbst wie auch die Vertheilung derselben auf die einzelnen Stunden des Tages weit weniger angreifend sind, demnach müssten die Maasse nach Beendigung der Seefahrt wiederum bestimmt werden. Ebenso fände man am Ende des Winters auch einen passenden Zeitabschnitt im Leben des Matrosen, um die Einflüsse des Winter danach beurtheilen zu können.

Stellte es sich nun heraus, dass das Gewicht und die Kräfte sich gleichgeblieben, so könnte man, wie ich glaube, mit vollem Recht behaupten, die Arbeit hat den Körpermaassen entsprochen. Indem man nun innerhalb dieses Menschencomplexes vielleicht noch Unterabtheilungen aufstellte, etwa nach dem Alter, oder der Länge, oder dem Gewichte, und gleichzeitig auf die Erkrankungsfälle die gehörige Rücksicht nähme, so wäre die Möglichkeit gegeben, zu erörtern, wie die Arbeit im einzelnen Fall gewirkt habe.

Fände man dagegen im Durchschnitt eine Verminderung der Maasse, sei es nun gleich nach der Ausrüstung, oder am Jahreschluss, so dürfte man folgern, dass sich Arbeit und Nahrung nicht die Wage gehalten. Es liesse sich dann in zweierlei Weise weiter experimentiren, man könnte entweder im nächsten Jahr die Arbeitszeit vermindern, oder bei gleicher Arbeit die Nahrung vermehren und verbessern. Doch da wir uns damit schon wieder dem Experiment nähern würden, so liesse sich auch hier ein Ausweg durch Anpassen des Experimentes an bestehende Einrichtungen finden. Ich meine die Seereise in's Ausland. Dazu würde sich vor allen anderen Schiffen das für die Gardemarine bestimmte Uebungsschiff eignen. Das Commando ist ein so grosses, dass sich schon deshalb sehr wahrscheinlich löhnende Resultate ergeben würden. Aus eigener Anschauung weiss ich es,



dass die Arbeiten des Commandos als sehr bedeutend bezeichnet werden müssen, und andererseits ist bekannt, dass die Nahrung während einer Seereise in's Ausland immer eine weit bessere und wohl auch reichlichere ist. Demnach würden die Bedingungen, die vom Experiment verlangt wurden, vorhanden sein, sich gleichbleibende vermehrte Arbeit mit gleichzeitig verbesserter und vermehrter Nahrung. Stellte sich nun nach Beendigung der Seereise eine Zurückkehr des Gewichtes und der Kräfte oder gar eine Zunahme derselben ein, so wäre damit bewiesen, dass dieselbe Arbeit von denselben Menschen, die sich nur unter anderen Verhältnissen befanden, ohne Verlust ausgeführt werden konnte. Selbstverständlich würde in diesem Fall der Aufenthalt unter gänzlich veränderten klimatischen Verhältnissen auch zur Sprache kommen. Fände man dagegen am Ende der Campagne, dass die Körpermaasse trotz verbesserter Nahrung abgenommen, so müsste das andere Experiment versucht werden, wo die Arbeit bei gleicher Nahrung vermindert wäre. Zu diesem Versuch würde sich ein Schiff eignen, das als Stationsschiff ein Jahr im Auslande zubrächte, wie solche ja fast immer im Mittelländischen Meer angetroffen werden. Auf diesen Schiffen ist die Arbeit, wie ich von mehreren Seiten erfahren, eine verhältnissmässig viel geringere, während die gleich gute Nahrung bleibt. Nach Beendigung der Seereise müssten dann wieder die Werthe bestimmt werden. Dass sie in diesem Fall sich jedenfalls gehoben, davon ist Jeder gleich mir gewiss überzeugt, der die herrlichen Gestalten gesehen, die sich auf allen Schiffen wiederfinden, die nach längerer Zeit heimkehren. Wie schon früher erwähnt, liessen sich in gleicher Weise auch bei den beiden letzten Versuchen die Matrosen nach mancherlei Grundsätzen verschieden gruppieren und danach mehr in's specielle gehende Schlussfolgerungen ziehen.

Ich habe bisher stets nur vom Körpergewicht und den Kräften gesprochen, doch versteht es sich von selbst, dass wir auch die anderen Maasse bestimmen und in gleicher Weise dann auch benutzen könnten, um Aufschluss über das Verhalten der Körpermaasse unter bestimmten Bedingungen zu erhalten.

Mit diesen Bemerkungen sind natürlich nicht alle Versuchsreihen erschöpft, durch die man mancherlei werthvolle Aufschlüsse über den Einfluss der verschiedenen Beschäftigungen der Matrosen erhalten könnte. Es sollten nur die Wege angedeutet werden, die meiner Ansicht nach zu betreten wären.

Separatdruck aus dem III. Bd., 2. Heft der St. Petersburg. med. Zeitsch., 1872.  
Buchdruckerei von ROTTGER & SCHNEIDER, Newsky-Prospekt № 5.

*E. S. Parkes,*

(For private circulation only.)

*from the Author*

### Ebening Meeting.

Monday, February 2nd, 1874.

COLONEL F. C. STEPHENSON, C.B., Commanding Scots Fusilier Guards, Chairman of the Council, in the Chair.

#### THE RECRUITING QUESTION, CONSIDERED FROM A MILITARY AND A MEDICAL POINT OF VIEW.

By A. LEITH ADAMS, M.B., F.R.S., Surgeon-Major, London Recruiting District.

COLONEL STEPHENSON AND GENTLEMEN,  
WHEN I had the honour of being invited by the Council of the Royal United Service Institution to lecture here on whatever experiences I might command in connection with the "best means of increasing supplies of recruits," I felt that my views and opinions, being more pertinently connected with the medical than the military bearings of the question, would accordingly have little to recommend them to your particular notice. But as with all subjects requiring close and careful attention, it is requisite, in order to accomplish one's work with anything like accuracy, that the collateral issues should be always taken into consideration, or, in other words, in estimating the physical capabilities of the recruit, it is necessary to fully realise the nature of the labour required of him, and the causes which have influenced the quantity and quality of supplies. Now although I cannot plead to what might be called a political acquaintance with the subject, as regards social influences and all the complications in relation to the labour market, and so forth, still, in connecting my daily duties for the last quarter of a century, with the best ideas I could apprehend, I do not find that this recruiting question, as regards its causation, is nearly so difficult of solution as many others which have engaged my attention. In fact any one accustomed to trace effects to their causes has an easy work before him, when he takes up the explanation of the present aspect of the recruiting market; but,

Gentlemen, it is one thing to discover an evil, and another to find an appropriate remedy. I dare say, before our discussions are ended, we shall have various impressions on this subject, and I do hope a successful issue is in store. With this view it has therefore occurred to me that by opening out the vexed question of "recruiting," as far as my efforts are capable, I would at all events be furnishing materials for the criticism of such as take an interest in what we must allow is a matter of National importance.

The question is assuredly a very broad one, and affords much scope for speculation, in which, if we do indulge to any extent, I trust the ideas advanced will have not only facts for their foundation, but be also practical in their application, inasmuch as nothing is more likely to produce nugatory results, than arguing altogether from notions; moreover, I need scarcely add, that in a free and open discussion on such an important subject, it behoves us to lay aside all ulterior prejudices, and look on the matter at issue purely from the standpoint from which all debatable subjects should be considered in this room. This leads me as a worker in a different groove of science from the generality of gentlemen who fill this chair, briefly to express my humble appreciation of the value to the Army and Navy of this admirable Institution, the aim and object of which must necessarily tend to inculcate a more extensive spirit of inquiry, and to encourage officers to exchange ideas on subjects which cannot prove otherwise than beneficial to themselves and to the public services. It has been said of the military as well as of other professions, that a scientific acquaintance with details is apt to create a dislike for practical routine, but we should bear in mind that all art is connected with science, and that no science is worthy of the name which does not serve as a foundation for practice; indeed it would seem, if there is danger of any evil, one way or the other, that the greatest disposition of the present day is either an incapacity or an unwillingness to look on one's profession in any other light than that of a servicable craft. The gigantic progress made by science of late years has been nowhere more apparent than in the profession of arms; indeed, considering warlike inventions alone, it would almost seem, that if war and strife between nations will ever cease, they are just as likely to be made impossible by science as by diplomacy; moreover, looking at Western Africa at this moment, and at the work which is being accomplished by the distinguished Commander and his selected companions in arms, and chiefly to the great war lately played out on the continent of Europe, it might well be said, that, however much military success may have heretofore been dependent on brute force and the chapter of accidents, it is in these instances owing to a profound acquaintance with the science of warfare; not only the mere knowledge that comes to us from routine and the exercise of common sense, but from minute and careful study of the subject in all its ramifications and details. In the same way, I feel that the theme of this lecture should be treated; but I am afraid it is beyond my powers, even if time would allow, to do anything like justice to the main facts, much less to enter into particulars.

The most dismal and desperate view of the aspect of our Army at

the present time is that which associates the physical degeneracy of the soldier with a general falling off in the strength and stamina of the population.

Thus there is an impression that the British soldier is no longer the man he was, and that if England had to take up arms suddenly, she would find herself at a very great disadvantage with other armed Powers; moreover, it is also asserted that the evil portends the coming decline, not only of our military renown, but is a sign of national decay.

Now gloomy and exaggerated as are these forebodings, there is no gainsaying the fact that the numbers and quality of recruits have been steadily declining of late years, more so since the introduction of short service, and the doing away with pension and bounty on enlistment. Many of us can call to remembrance the days, now long gone by, when the recruiting sergeant, prim, and like a ninnerpin, stalked down the street on market day, with his colours "gaily streaming," and the country bumpkin, in blouse, and often much the worse for convivialities, but not a little proud of the ribbons pinned to his cap, went off to join the good old depot companies, or the head-quarters. Scarcely a ghost of those times is left. A few smart lads of 5 feet 7 inches in height were then only required, now we are in need of many of a much lower standard, and cannot get them. No doubt the old régime had its faults and weak points, but the stratum of citizenship on which the sergeant practised was superior, both morally and physically, to that from whence the majority of recruits are now obtained. Indeed, ever since the Crimean war, there has been a steady falling off in the recruiting market, not only as regards the supply, but the physical capabilities of the men. The causes of the evils are numerous. It would be absurd indeed to ascribe them to any one cause in particular, whilst by allowing for the great social changes of the last 20 years, and the vast increase in wages and in emigration, there is no difficulty in seeing that in order to obtain soldiers, we must compete with the labour-market. Again, it must be remembered that we are not a military people, and every year is somehow, making the Briton less and less disposed to sacrifice his inherited love of freedom for the necessary restraint which, as a matter of course, is inseparable from efficient military organization.

Emigration has also contributed, especially in Ireland, to thin the superstratum of stalwart youths, who, in rags and tatters, were wont to crowd the barrack gates, begging for military service.\*

The days are past and gone, some say beyond redemption, when the

\* This is amply shown by comparing the total number of recruits inspected in the United Kingdom during 1872 and 1860. Thus per 1,000—

1872.		1860.	
England and Wales furnished	820.0	England and Wales furnished	566.0
Scotland .....	100.8	Ireland .....	321.0
Ireland .....	72.4	Scotland .....	167.0
Colonies .....	6.8	Colonies .....	6.0
	1,000		1,000

adjutant turned them away by dozens, and when the recruiting sergeant would not look at the aspirant he is now glad to obtain; moreover, the class of labourers who, 20 years ago, could scarcely keep body and soul together, are far above accepting military service, at all events under the present conditions. It was all very well during "the long peace," when the Army was a mere skeleton, as compared with the present, and recruits were very plentiful; then, our infantry was the finest in Europe; indeed the linesman and marine of those days was about as perfect, as regards stature and muscular development, as could be wished, seeing that the average height of many battalions was 5 feet 7 inches. By the side of such men, the French infantry soldier looked a dwarf; indeed as regards the latter no one who has seen the puny linesman of the late Imperial Army in full marching order, but must have been impressed with the belief that he was ridiculously overweighted; and from all accounts his *physique* materially deteriorated after the Crimean war, so as to contrast in a remarkable manner with his late foeman.

I have heard it repeatedly suggested, that, in order to secure perfect bodily efficiency on enlistment, no man should be taken in our Army under 20 years of age, or under 5 feet 6 inches in stature, so that we would begin with a standard of height several inches in advance of that of any of the great European Powers. The fact is, some critics, without taking the great social and political changes of late years into account, are apt to measure the requirements of the present day with their experiences of the past. Thus, I repeat, it was all very well in times gone by, when few soldiers were wanted, and there were more candidates than vacancies; but now it would appear, even with the most reasonable offers, that the demands could not be met by men of this age and height.

When we attempt to compare the relative heights of the soldiers of various countries, it is apparent that a great deal must be allowed for the constitutional or race peculiarities of a people and the system pursued. Looking at the capacities of the human frame, and judging from what one knows of the physical powers of the Anglo-Saxon, I apprehend that our minimum military standard of height, although apparently high as compared with that of either France or Germany is, considering all things, on the border line of the physical efficiency of our people. I will explain this better presently. In the mean time I beg to direct your attention to the lowest military standard of height in the British, German, and French Armies, as shown in this Table:—

	Minimum Height.	Minimum Age.	Duration in Active Army.	Duration in Reserve.
British .....	54-5	18	6	6
German .....	51-8	20	3	4
French .....	60-3	20	5	4

Now with reference to two of the most important elements of

physical efficiency, viz., age and height, it will be observed that whereas of the three armies, England employs the youngest, the French use the shortest men in warfare, both weighty considerations from a medical point of view. It must at the same time be remembered, that, however short, the conscript must be twenty years of age, whereas a large number of our recruits are under eighteen. Again, although our minimum standard of height at present is considerably in advance of every other European Army, excepting Sweden (also in part composed of volunteers), it does not prove that we would get the same efficiency by reducing our standard to their level.

In an Army dependent on a voluntary system for supplies, more especially if the service is unpopular or the numbers apt to fluctuate, it becomes necessary to extend the range to the limits compatible with efficiency so as to afford scope for selection. The limits of age in our service are 18 and 25, whereas the same in the Swedish ranges from\* 17 to 30; indeed, practically the latter may be said to represent the true ages of a large number of our recruits who nominally state that they are 18 or 25 years of age. It must nevertheless be borne in mind that, whatever difficulties accompany voluntary systems of enlistment, selection can be practised to an extent incompatible with the rules of conscription.

With regard to the stature of various nations, and to what anthropologists designate race characters, there are pronounced differences in *physique* as well as in relative powers of endurance.

For instance, a people of low stature may be as physically fit to accomplish deeds of arms as a larger stock, there being differences in the relative capacities of the chest and other organs in various nations. I will give you an instance which came under my own notice. The Tartars of Tibet are a race of very low stature, yet they have in proportion very large chests, which in all probability have been acquired by breathing the rarefied atmosphere of the elevated regions they frequent. Again, a very distinguished Frenchman tells us that "if we draw a line passing by Cherbourg and Nice, we shall divide France into two distinct zones as regards the appearance and height of the inhabitants. In the south-west, the ancient Celtic population is of small height, as is proved by the great number of military exemptions."†

Now allowing the Celtic character, I cannot help believing that a height of five feet with even a fair proportion as regards weight and

\* The minimum age and height in the Roman Army was 17 and 5 ft. 3 in. When the recruit had completed his drill, he was tattooed on the hand with a mark (*passetis signosus*). Vegetius lays down specific rules for the examination of recruits (*frons*).

† Pouchet on the "Plurality of Races," and Broca "Recherches sur l'Ethnologie de la France." This author places the tallest peoples of Europe as follows:—The Anglo-Saxon, German, Norwegian, and Albanian; the shorter varieties being the Southern French and Spaniards, Irish, and Maltese. I agree with the English translation of Pouchet's work that the inhabitant of the south of Spain is not small, and as regards the Irish, the same may be said. The Maltese have a great deal of Arab blood in their veins, and although of low stature as compared with Englishmen, are wiry, and display considerable powers of endurance.

chest at 20 years of age, is a low standard for military efficiency. Indeed as regards our race as it exists in the British Isles, I feel convinced that not one man in ten of that standard would be found eligible for the wear and tear to which our soldiers are subjected. The question of tall and short races of men depends therefore on the characters natural to a people; at the same time, should the race be subjected to debilitating influences such as obtain in crowded cities, or a long and continuous drain on its youth through the requirements of war and emigration, whereby the able-bodied portion of the population is taken away, the natural consequences so far must be a deterioration of the race as regards *physique*. Now although as a nation we are yet strong and vigorous, still there cannot be a doubt as regards Ireland, that a serious flow of her able-bodied youth has been setting towards America for many years, so much so, that it may be a State question, sooner or later, how the drain could be prevented. Looking at the steady decadence in the number of recruits furnished by Ireland now as compared with the past, it might be fairly asked, is the same stamp of soldier of twenty years ago still as numerous on his native soil? Is it the case or not that our race in other lands is draining the life blood of the old country and leaving the stunted and infirm behind?

The point, however, which concerns us practically is how far emigration, coupled with political influences, have affected recruiting? As regards England and Scotland, it is quite evident that an unprecedented demand for labour of all sorts and an advancing rate of wages have absorbed the bulk of the able-bodied youth who would have enlisted in former years, so that falling them, the physical standard had to be lowered, and we have been driven more or less to select soldiers from among a class of the population notorious for containing elements of physical degeneracy; for example, the pallid yet intelligent and active lad frequently met with in cities, precocious for his years, and indicating an advance in his real age, can be easily obtained of a standard between 5 feet and 5 feet 5 inches in height. The weight of such an individual is seldom over eight stone, and considering the want of vigour and that healthy promising aspect which should characterise a youth of his years. These lads attain their full growth before 20, and rarely increase an inch between 18 and manhood.

Now during war, panics and sudden augmentations, when the standard height is reduced to 64 inches, a large number of these men get admission into the service; in truth it is then more than on any other occasion that there is a danger of introducing inefficiency into the ranks. I desire particularly to indicate this type of ineligible recruit, as he belongs to that unimprovable, stunted and staminaless race met with in crowded cities, and which always indicates a falling off from the standard of physical efficiency; if therefore there is one plea for the maintenance of a Reserve more cogent than another, it is that deducible from these very facts.

Now, if I have made this aspect of the question sufficiently clear, you will perceive that it has important bearings on recruiting. Thus,

the low stature of the soldiers of France as compared with that of other countries, may not be so much a measure of policy, as of necessity, when we think of the terrible drain on the able-bodied portion of the population made by warfare alone, during the last 70 or 80 years. Moreover, it must be conceded that a competition unexampled in history has been going on for many years between the New and Old Worlds, and whilst many laugh at the very idea of exhaustion and assert that only superfluous populations are emigrating, others throw out opinions that unless this exodus is checked, our race as it exists in Great Britain will insidiously go on declining in numbers and in stamina. There is no more obscure problem than that which seeks to demonstrate the causes of the extinction of races of man, and statistics unfortunately do not bridge over the difficulty; for after all it is not the numbers we desire so much to compare as the vigour of the race, for the former might double themselves, and yet the race be inferior in physical strength. I merely indicate these points in order to show that in framing any scheme for levying soldiers by the selection of the ablest portion of a population, and more especially should the levies be volunteers like our recruits, it is requisite to weigh duly all the causes and influences which have hitherto impeded or furthered supplies. Looking at the physical capabilities of the Anglo-Saxon, it is probable that any standard under 64 inches in height would bring very few recruits of the minimum age or even up to 21 of sufficient muscular development.

A good deal of course depends on the normal standard of individuals, but, from a mass of data, I have come to the conclusion that about 3 inches is a fair allowance for growth between 17 and 26 years of age; so that a lad of 64½ or 65 inches in height at 17 or 18 should be 67 or 68 inches in height at 26 years of age. This was the average height of the finest infantry battalions before 1854. Again, no man of 21 years of age with a height of 64 inches is likely to add more than, or even as much as, one inch afterwards. It will therefore, I think, be found that our most able-bodied soldiers have shown at least a height of 66 inches before 21 years of age.

A well-nourished lad between 17 and 18 should therefore be from 64 to 65 inches in height, and 9 stone in weight; indeed, looking at the hazards incurred in accepting a lad of 17 and 64 inches in height, it should be made a rule that such an individual ought to weigh at least 130 lbs.

In estimating the physical capabilities of the soldier, there are no more important elements of proficiency than the relations of weight and height, to age. Unfortunately, however, the majority of our recruits are not in their normal bodily conditions, as every one knows, who has observed the marvellous progress frequently made in the weight of lads after joining their regiments. Of course, there is no laying down rules applicable to every case, but looking at the requirements of the various branches of the service and the general principles which seem to indicate the stamp of man best suited for them, I have from time to time made selections of such recruits as appeared to me typical specimens of cavalry, artillery, and infantry soldiers at the age of 25. As examples, the following may be of some interest:—

a. The type of the infantry soldier is assuredly best seen among the agricultural and labouring classes. His matured height is from 5 ft. 7 in. to 5 ft. 8 in., chest-girth, 36 in.; and weight from 145 to 150 lbs. The circumference of the thigh at the middle being 21 in., and the forearm 11 in. The man of 5 ft. 5 in. in height should weigh 126 lbs., and give a chest-girth of 34 in.

b. The rifeman of 5 ft. 4 in. should possess a minimum chest-girth of 35 in., and weigh 130 lbs.; the thigh and forearm girths being 20 and 11 in. respectively. Such men would form the *élite* of the 60th Rifles and the Rifle Brigade, and make excellent artillery drivers.

c. The gunner required for heavy ordnance and the heavy dragoon, should not be under 5 ft. 7 in., or 5 ft. 8 in. The former would be admirably represented in a man 5 ft. 9 in. in height, weight 160 lbs., chest 37 in., with a girth of thigh and forearm of 21 and 11 in.

d. A splendid regiment of heavy dragoons could be made up from men 5 ft. 9 in. in height, 140 lbs. in weight, with a chest-girth of 36 in., and thigh and forearm of 19 and 10 in.

e. The lancer requires a long arm and leg, more so than the hussar, from the difference in the nature and use of their weapons. The type of the former is displayed in a man about 5 ft. 9 in. in height and 35 in. in chest-girth, with rather small limbs and weight of 140 lbs.; thigh and forearm, 16 and 10 inches. The lower limb of such a man should measure about 38 inches from the fork.

f. What may be called the typical hussar stands about 5 ft. 6 inches in height, is 132 lbs. in weight, with a chest of 35, and thigh and forearm of 19 and 10 inches.

In fact, it is the harmony between age, weight and stature, which constitutes the greatest perfection of bodily development.

I now pass on to the consideration of the age of the recruit. It is quite a mistake to suppose that the recruit is, on an average, younger now than formerly, for during the operation of the unlimited and 10 years' service warrants, lads were taken at 17 years of age provided they were 5 feet 6 inches in height. Thus in 1845, for example, out of 1,000 recruits 750 were under 20 years of age, whereas in 1873 there were only 530 per 1,000.

Thus, more youths were enlisted in those times than now. But it must be borne in mind that there are great discrepancies in the heights and weights in these two periods. Taking the height, I find from numerous calculations that the ratio was as follows:—

Under 66 inches	1845.	1873.
Between 66 and 67 inches	105	364
" 67 " 68 " . . . . .	473	433
" 68 " 69 " . . . . .	294	111
" 69 " 70 " . . . . .	111	62
" 70 " 71 " . . . . .	74	15
" 71 " 72 " . . . . .	16	12
" 72 " 73 " . . . . .	17	3
Total	1,000	1,000

I will not take up time with further proofs on this head. Suffice it to say, that these youths of 17 were superior in *physique* to the majority of the recruits of 18 we are now accepting.

In addressing an audience composed more or less of members of a different profession from my own, it is not easy to simplify technical data; and yet I feel that in making assertions I should be in a position to support them by facts. I trust, however, you will accept the truth of what I am about to state with reference to the recruit and young soldier, viz., that in the whole range of science there are few data more firmly established than those which refer to the growth and capability of the human frame.\* But the cumulative experiences of all great military commanders bring the matter home to us in a clearer and more practical way. Napoleon, Wellington, and all competent observers since their day, have constantly inveighed against growing lads being considered capable of enduring the hardships and fatigues of warfare; consequently, in armies raised by conscription, the minimum military age has been fixed at twenty. Now, in our service it has hitherto been impossible to meet the most ordinary demands by recruits of this age, and looking to the present state of the labour-market, it seems scarcely likely, even with the best inducements, that the majority of recruits will be over 19 years of age.

It is right, however, in estimating the physical capabilities of the young soldier of to-day, to bear in mind that, whatever remains to be done, a great deal has been accomplished of late years in improving his physical, social, moral, and intellectual qualities. The dress and accoutrements are better adapted to his duties in various climates; to wit, the old knapsack has been replaced by a better pack, less cumbersome to his movements, and not so heavily laden; his bodily powers are developed by well-directed exercises. Schoolmasters, librarians, reading rooms, and out-door recreations are all within his grasp, whilst his dietary and barrack-room have been much improved; indeed, as far as his creature wants and requirements of health are concerned, there is no doubt whatever that he is in advance of the soldier of every other country. Again, we have seen that it was the custom in former times, when the political state of Europe did not call for a large British Army, and when recruits were plentiful, to select only men of large stature; but in those days there were no camps, no manoeuvres, or one-half of the trying work to which our young soldiers are now exposed, so that the lad of 17 grew up to manhood in easy country quarters with far fewer chances of getting his frame over-taxed than the youth of the present day; moreover, physically he was better fitted to withstand the strain. Now it seems to me most advisable that, for duty purposes a very broad line should be drawn between the nature of the immature and of the fully developed soldier. This is a subject on which I could enlarge to an extent that would prove beyond cavil, that it is not only pernicious to the interests of the service, but also cruel to expect a lad in his "teens" to do the work of a full-grown man. I speak emphatically.

\* See an excellent little pamphlet on the "Growth of the Recruit and Young Soldier," by Professor Aitken, of the Army Medical School, Netley, published by Ballin and Co. 1862.

cally on the matter from a consciousness that the evil consequences of over-work, although apparent to the surgeon, are not sufficiently estimated by many military men. At the same time there cannot be a doubt that with a voluntary system of enlistment and the requirements of the country, we shall never be enabled to obtain recruits of matured years; nor need this necessarily be a matter of regret. At present many promising lads of 17 pass themselves off as 18 years of age, and as they form the largest number of recruits who seek to enter the service from choice alone, consequently they are the more likely to remain, whereas older men having taken to remunerative employments, rarely enlist except through pressure of circumstances. Now, as Professor Parkes justly observes in his admirable work on Military Hygiene, "If the State will recognise the immaturity of the recruit of 18 years of age, and will proportion his training and his work to his growth, and will abstain from considering him fit for the heavy duties of peace and for the emergencies of war till he is at least 20 years of age, then it would seem that there is not only no loss but a great gain by enlisting men early."

The question, therefore, comes to be, "How is this to be done?" Already a step in the same direction has been accomplished by sending only men of 20 years of age to tropical service. Is it visionary to propose a doctrine of the following description? Considering that very many lads of promising physique can be obtained of 17 years of age, what are the objections to enlisting a limited number and (as in the Navy) training them to their profession until they are capable of serving with the colours?

If, as it appears from the views I apprehend regarding the recruit of to-day, that by the principles of a voluntary system we shall always be subject to the acceptance of lads in their "teens", why should we not look the difficulty in the face and meet it by appropriate measures? But there are other obstacles to be overcome. At present, what with all the larger recruits being taken for cavalry and artillery, and the sending men of 20 years of age to India and the colonies, the home battalions of infantry are composed more or less of lads under 20 years of age, and men of small frames.

Taking our race-characteristics into account, it seems to me that the grand aim at all hazards should be to maintain a height of not less than 5 feet 7 inches for the soldier at his prime of life, which is about six-and-twenty. This, of course, will best be accomplished by extending the field for selection, or, in other words, creating better inducements to enlist. Now I must candidly assert that the physique of our infantry is not at present up to the standard of our race, and I cannot conceal from myself a feeling that unless remedial measures are adopted, it will sink lower and lower. This conclusion has been arrived at mainly from my personal inspection of about 25,000 recruits, over 17,000 of whom have been passed into the Army. But it needs neither numbers nor minute observation to demonstrate the facts of the case, and I need not waste time by further demonstrations. Before, however, passing to the remedial measures, I may dismiss this portion of the subject by an aphorism established by no

less an authority than the Duke of Wellington, viz., "that the power of the greatest armies depends upon what the individual soldier is capable of bearing and doing." Indeed, if reduced to mere numbers and improvidence of life, a nation might always assemble bodies of its undeveloped youth and undergrowth, and accomplish great deeds at a reckless waste of numbers, but strength and efficiency are only to be obtained by a careful selection of the best developed, or in other words, scrupulous attention to the physical capabilities of individuals. Considering, therefore, the very varied and trying duties our soldiers in comparison with those of every other country are called on to perform, it must, I think, be justly conceded, that they should now as much as ever, be in possession of the stamina of the best of their bygone race. Better, weak battalions of able-bodied men than strong regiments of small men and striplings.

It may seem that I have dwelt at unnecessary length on the physical requirements of the recruit, and on points of small import in event of the supplies being greatly increased, so as to allow of better selection. This may be true or the opposite, and I shall be glad to find that the errors and evils I have just indicated will be rendered impossible by the provisions of some well-assorted recruiting scheme. But if there is any reliance to be placed on the signs of the times, it appears more than doubtful if the moneyed interests of this country will admit of a large number of the *élite* of the population spending the prime of their lives in military service; indeed, "the recruiting-question" has an important political element in its composition; and here it is that I feel my inability to grasp its bearings. All that anyone in such a position can hope is, that the nation, spurred on to a sense of right and duty, will not stop short in accomplishing measures which shall put an end to all makeshifts; in fact, a straightforward business transaction, when the recruit exactly knows his choice, or, in other words, a compact based on the broad sound principles which should guide every citizen in the discharge of the duty he owes to himself and to his fatherland.

It would be quite beyond the compass of an hour's discourse to detail the numerous individual schemes for bettering supplies of recruits for the Active and Reserve Forces. If I succeed in pointing out the main points at issue, and their collateral relations, I shall feel I have so far accomplished my task, which is to sum up as many facts and ideas as possible, and put them before you in a manner calculated to draw forth the impressions of individuals who have devoted attention to the "recruiting-question" in all its manifold phases. This question must in the nature of things be exceedingly extensive and complicated; indeed, the very fact of maintaining an Army equally for home and foreign service, on a system of voluntary enlistment, is singular in itself. Moreover, looking backwards into time, and into the lap of the future, and by comparing the social conditions of the past and present generations, the increased and increasing demand for skilled and unskilled labour, together with the allurements of new countries, it may fairly be asked on the threshold of our inquiry, Will any plan succeed short of compulsory service?

Now, with reference to the incentives which have hitherto guided recruits more or less on entering the Army, we find much difference. All do not argue one way. Many think less of the daily pay than their future prospects; others cannot realize Short Service and the Reserve. "Once a soldier always a soldier" is, I find, a well-known rejoinder to the recruiting sergeant's endeavours to put a gloss on the prospect by showing that after six years' service with the colours he will join the Reserve on the retaining fee of 4*l.* per diem, and be enabled at the same time to pursue the trade or calling he practised before enlistment. To me there seems a ring of prophetic import in this, I may call stereotyped, reply of the recruit of to-day; at all events, it appears to carry this meaning: that, whatever arrangements are held forth, six years' active service followed by a return to civil life, should be made on better terms. Again, a very large number enlist quite regardless of any pay or prospect considerations, and altogether through pressure of some kind or other; and there is a class who, knowing the facilities in the way of desertion now-a-days, enter at one door and go out at the other. Moreover, recruits allege that the military ardour which stimulated many a youth to take the shilling, is now gratified in the ranks of the Volunteers, and doubtless the bounty enticed not a few of the reckless, who would have willingly deserted a week afterwards and taken any number more, but for the dread of being flogged and tattooed, which explains more or less the cause of the increasing desertions. Hence, as far as a round sum on enlistment is concerned, it is extremely doubtful if such a measure should be reverted to; however, it is well worthy of consideration how far the principle might be carried out with reference to the future of the soldier. Thus, it has been suggested to give a lump sum on completion of the period of active service, whatever that should be, so as to start him when he settles down in civil life, the idea being that the recruit can safely look forward to be better off when he leaves the Army than when he joined it. One of the simplest and most feasible suggestions of this description is to add say 2*l.* a-day to the present pay. This sum is to be allowed to accumulate, and be credited to the soldier monthly in the regimental savings-bank and in his ledger, and to be only payable after discharge, or, in the case of death, to the next of kin. Again, in case of a soldier being permitted to re-engage for a second period of service, his accumulated pay should remain in the savings-bank at interest till his death or discharge, and the extra 2*l.* per diem be paid to him as an augmentation to his pay. Thus in completing his service for pension, he would have a nest-egg,\* besides the pension, and, considering all things, what better prospects should he expect?

A novel and ingenious scheme, under the somewhat unprofessional designation of "co-operative enlistment," has lately been propounded. Like many other mental views of the recruiting question, it looks also very well on paper; but I must confess that I do not see how or why

\* At six years' service, the sum would be about £20. There are considerations, however, in keeping interest accounts for a large number of men, not only troublesome, but in field service absolutely difficult; however, the paymaster would, no doubt, be equal to the emergency in this case.

we should rate the work to be done by the soldier in such a commercial, speculative, and actuary-like way. Surely the grandeur and greatness of this country are of some consideration, not to mention the feeling of patriotism, which, in spite of all wrongs unredressed, should be uppermost in the heart of every Briton. Now, allowing these their rightful share, however small, it next comes to be a question for consideration, what moneyed interests will best secure the services of the working man? Not by out-of-the-way projects, but 1st, by some extension of, or improvement in, the prevailing system. 2nd, in the event of the latter proving utterly impracticable, by the next best scheme, founded on experience, and recommended by persons who have devoted their best attention to the subject in all its particulars.

The Short Service and Reserve Act of 1871 aimed at, 1st, improving the social position of the soldier; 2nd, mobilising the Active and Reserve forces; 3rd, popularising the Army; and, 4th, forming an efficient Reserve. The question comes to be, How far has it met these important requirements? As to its good intentions, there can be but one opinion, and had the enrolment been compulsory, there could scarcely be two notions on the likelihood of success. With reference to the third, it is clear that the experiment of popularising the Army has yet to be tried. Indeed, of all the influences which of late years have acted with increasing strength in making military service unpopular, none have been more potent than the disparaging accounts disseminated by soldiers themselves, and in particular the very men who formed the nucleus of the Reserve, for the reason that many were indifferently discontented when serving with the colours, and thus, disliking their work, readily volunteered for the Reserve, where they have done little else than grumble and dissuade others from following their footsteps. Lastly, as regards the formation of an efficient Reserve, it is apparent that the provisions of the scheme are defective in several important bearings.

It is not always safe to trust to individual impressions on affairs of life, however experienced the authority may be, and one must not reckon too much on the discernment of the past in regard to the requirements of the present generation. I believe, however, the following aspects of the recruiting-question, as regards the Short Service and Reserve Act of 1871, deduced more or less from the opinions of practical observers, and substantiated to a considerable extent by events, will be found worthy of your consideration.

Take as an example a lad nominally 18, but, like the majority of recruits, virtually about 17 years of age, without any fixed occupation. What are his prospects on enlistment? At the age of 22, just when he feels himself well up to his work, and after realising the vicissitudes of Army service, he is suddenly called upon to give up a life of certainty for one of uncertainty, with a retaining fee of 4*l.* per diem, to begin some new career without a coat to his back. Who is to employ this man, subject to be removed at any time? or is he likely to retain himself? It has been proposed to open up all available Government appointments for men of the Reserve, which, however, is only one way of employing them.

Again, if the recruit be a tradesman, he will find six years just enough to make him at all events rusty, as regards his former craft, with the same eventuality awaiting him as in the last case.

Supposing the recruit pursues a trade when in the Army, will that make him in anyway more bound to the Service when in the Reserve?

I have stated that a great many, indeed, perhaps the majority of recruits enlist through pressure of circumstances, very often within their own contra ranks, and frequently of their own making. But be that as it may, if the ranks were always the last resort, they are now more than ever the cathedon for persons who cannot or will not help themselves. Can we therefore in justice to human nature, expect great things under such circumstances? To me, one of the strangest anomalies in ethical science is the military ore before the slag has been removed, and afterwards when refined by discipline and training. Our forefathers, understanding the class of society from whence recruits were obtained, made suitable rules; we, wishful to improve the material, have suddenly abrogated these rules, and still the same, may even a lower residuum of society has enlisted, accompanied, as might be expected, by increasing desertions. But I need not take up time in recounting what all practical observers know much better than I can tell them; suffice it to say that in looking to the past, with the eventualities of the future, to wit, war and invasion intentions, there surely cannot be a doubt that no plan will now-a-days be more than half perfect, which does not provide for an efficient Reserve of some sort.

A good many Officers of experience are of opinion that service in the Reserve should be made optional, but in the very face of this proposition, is the danger of the latter dwindling down to insignificance. Again, it is suggested that the soldier should receive a small bounty in the first place, and that he should, when he re-engages receive additional pay. There is an opinion also that the purchase money should be reduced so that the soldier might save up his earnings and buy himself off honestly, instead of resorting to desertion. Some authorities advocate a free ration, and I have often heard a strong impression among Officers and old soldiers, that the pay, position and prospects of the Non-commissioned Officer should be materially improved, so as to make the grade worthy of the consideration of a respectable class of tradesmen.

It is also advised that railway, steam-boat, warehouse, and numerous other mercantile as well as Government appointments, should be freely bestowed on pensioners. Moreover, besides these and other suggestions in relation to the pay and prospects of the soldier, it might be fairly asked, is there any war by which his social position could be improved? I refer particularly to civil rights. Why should not a soldier who serves or has served his country, enjoy by virtue of his calling, certain social privileges beyond his compeer in civil life? Our soldiers go forth to battle, and after sweltering in deadly climates return to their native land to receive no more consideration, if actually as much, as the meanest citizen; indeed, disregard is a mild meaning for the public

mode of estimating the indebtedness towards him, who is always ready to give up his life for his country!—

*"The brave poor soldier ne'er despise,  
Nor count him as a stranger,  
Remember he's his country's stay,  
In day and hour of danger."*

It is a full century since this reproach was penned by one of his own order—a common ploughman! at the same time, one of the greatest geniuses of our country; and yet it is left to us and to the like of us, to be hinting that it might be well to make amends for the neglect of our predecessors.

The Militia has hitherto been the natural Reserve, indeed the fountain head of the active forces, and in times of pressure the chief recruiting mart. Its machinery also admits of much amplitude, and in consequence is capable of being made beneficial to the active Army not only in the way of ordinary supplies, but as a Reserve. This is a subject however I cannot venture to discuss at any length. Indeed, supposing I was capable, it is manifest that, considering the specific differences between the military and civil elements in both services, there are many prejudices to be overcome. I well remember during the Indian Mutiny when employed in boating up for recruits in conjunction with a military Officer, that we happened to visit a very well-known Militia regiment. After the orderly-room work was over, and we had succeeded in obtaining a few volunteers, the Commanding Officer said to us, "Gentlemen, I hope you have been successful; and my Adjutant is reconciled to his fate; but for the last twelve months we have always been experiencing the sad truth of Ovid's words,—" Sic vos non vobis iudificatis aves."

Now how is this reconciliation to be diverted towards the necessities of the active Army, not only in the case of the Militia but also of the Volunteers? Certainly not by making the three services more and more independent of each other; but on the contrary, by every effort compatible with expediency to bring them into the closest relationship; that is, supposing the Militia should be considered as the mainstay of the active Army. The impressions of experienced Militia Officers on this head seem to bear all in one way. If the Militia is to be efficiently utilised, it is the opinion of several with whom I have communicated, that the Militiaman's "enlisting bounty" should be continued, and also the "training bounty," for the reason that he enlists usually when work is slack, and the latter is his pocket-money when he has passed through his instruction. In fact, as has been shown with reference to the soldier at the termination of his first period of active service, it is suggested that a little liberality at the proper time, and the exercise of the priceless commodities—tact and common sense—will accomplish wonders, and knowing from observation how very little turns the scale when the soldier has completed his first engagement, I can well believe that a little inducement to serve on, would in the main be of advantage to the Army. No doubt your discussions will elicit many important facts and suggestions I am incapable of even indicating, more especially the best ways and modes



of securing a regular flow of recruits from the Militia into the active Army, and how the regular soldier could complete his service for position in the Militia, should the latter become the Reserve of the former? As regards the bond of union considered advisable to be cultivated between the Active and the Reserve Forces, it has been very emphatically represented to me by a Militia Officer of experience, that every consideration ought to be shown towards regiments when called out for training, that instead of subjecting them at inconvenient seasons to the discomforts of tent life, they should be placed in barracks, and that the Militia and regular recruits should be drilled together as much as possible. Moreover, that the training should not only be conducted with the regular forces, but that every exertion should be made to supply the Militia with well-instructed Non-commissioned Officers, so as to correlate the two services as much as possible.

It would be useless and uncalculated for at present to enter on any discussion relating to the advisability of service in either the Regular or Reserve Forces being made compulsory; at all events until the best directed measures compatible with the interests of the country have been provided insufficient; then it will surely be full time to bring home to every citizen that he has a country to defend and colonies to protect. Be that however as it may, the military historian must always dwell with pride and satisfaction on the past achievements of our Armies raised and maintained by a voluntary system. This indeed displays the unique position England has hitherto held in regard to the formation of her armed forces as compared with other countries. How her battles have been fought! how her colonies have been captured and held by volunteers! and to those who have seen the raw material from which the British soldier is often manufactured, it must be a matter of wonder indeed, that he should turn out the splendid fighting man he has hitherto invariably proved himself to be, in every clime and in every possible emergency! But, Gentlemen! tall or short, lowly born or nobly bred, the old innate British pluck still pervades our race. All that is required is to keep up the numbers and stamina, and the valour will take care of itself; for as Cyrus said to the Greeks on the eve of Marathon, so might it be said of our soldiers: "Ο δεινός Έλληνας οτι ανδραγατεί, σπουδαίον θαρσύνον σπινάχον έχει άλλα τονίζων αρεινότητα και ηρωϊσμον πολλόν θαρσύνον έμην είναι διά τούτο προελαζονος."

**THE CHAIRMAN:** It is proposed to divide the discussion under two heads, as far as practicable. The first point will be, "Can a perfectly efficient system of short service and reserves be secured by voluntary enlistment?" The next point will be, "Supposing short service and the reserve impracticable, what scheme of continuous service and pensions is likely to be successful?"

**Dr. CAMERON,** Deputy Inspector General of Hospitals, h.p.: The observations I wish to make are entirely of a practical kind. Dr. Adams has very ably put before you the difficulties and the statistics of our recruiting service, but we may consider these for months, and at the same time never arrive any nearer the solution of our difficulties. I think the main root of our difficulties is to be found in the extraordinary anomaly which prevails in our service, and which renders it different from all the services of Europe. Anomalies are exceedingly common in the British Constitution, and however theoretically absurd, a great many of them are admirable in practice. There is one anomaly, however, which is not so, and that is the

management of a large Army comprising hundreds of thousands of men by a body of civilians. I consider that is the root of a great deal of our expense, and of the failures and blunders in our military service. If His Royal Highness the Field Marshal Commanding-in-Chief were, as he would be in another country the Minister of War, and if that large building in Pall Mall were occupied by a body of Staff Officers and subordinates all wearing our uniform and having served in the ranks of the Army that they were called upon to administer, we should have a very different state of things. What do we see now? Warrant after warrant promulgated with crude haste; and these warrants are not issued tentatively, or tried upon a brigade or a few regiments, but no sooner does the service endeavour to accustom itself in all its branches to one set of regulations than they are cancelled, and out comes another set. The consequence is, nobody knows what they are to trust to; and among the causes of failure in recruiting, is the wide-spread belief throughout the country, that nothing can be depended upon. Men have entered the Service, and they have found everything that existed when they entered the Service swept away as a dream, and no one knows what may not come next. The ideas of those who draw up these warrants and promulgate them, seem to be, that the British soldier is only to be got at by pennies and halfpennies a day; they do not give him credit for higher notions. They seem to forget that the British soldier is animated by the same feelings as the British Colonel or General,—that he is quite as capable of enthusiasm for his country, and quite as capable of looking to his own prospects of life. Would any body of military men who knew what a barrack was or what a barack opinion was, have ever promulgated warrants such as those that Dr. Adams has described? They ask men at 17 or 18 years of age, when they are endeavouring to get into trade, to go and enlist to go to any part of the world, to sever all connections and all interests, and to give up the best time for establishing themselves in life, and all for what? for a bare subsistence, a miserable subsistence for the time and then to be turned adrift a few years afterwards to endeavour to re-establish themselves to find every avenue filled up by other people. Still more absurd is it to open the door and call upon men to take fourpence a-day and go into the Reserve. What chance is there that these Reserve men will ever be seen again? A few days ago I was speaking to an old soldier of 19 years' service, and I said to him "What about this Reserve; is it worth the paper it is written on?" He said, "No, it is not." "What do they say in your regiment; how many do you think would ever serve?" "Not one in ten," was the reply. They do not make any secret about it, but they say "Catch me here again! I will serve out all the fourpence I can get, and then I am off to America." And if that plan of storing up the twopenny and giving the men £20 were adopted, what use would he make of it? Do you think he would join the Reserve to be liable to be called upon to leave his wife and children? No; he would take himself off to the Colonies. The whole secret of recruiting is simply the law of supply and demand, and of remuneration. What ever may be said of the state of the recruiting service at present, and the indisposition of our people to enlist, I do not admit that our military spirit or pluck is in the least degree diminished. Our manufactures, our trade, and the fact of coagulation in large cities, do not reduce our physical standard, but I do not admit for a moment that there is any diminution in the pluck, the adventurous spirit, and the bravery of Englishmen. You see it. I need not dwell upon such trifle matters. Look at Sir Samuel Baker's expedition, look at five hundred other things, you see abundance of them. The state of the recruiting business at present, is simply analogous to what you see in our trades where the remuneration is not sufficient—it is the country's method of striking. Adventurous and plucky men will not enlist, and they desert. Fortunately for us, soldiers cannot strike, as engineers and ship carpenters, and people of that sort do. The soldier is in a false position in this country. The empire of Britain, widely spread as it is, has been founded and maintained, perhaps indirectly, but not the less exactly, by the bravery of her soldiers. It was by that we kept it, and the soldier, as Dr. Adams most properly pointed out, should be honoured and respected. He is in advance of the working man, he is a first-class working man—a man who does more for his country than any other class of men

whatever. But in this country the soldier is looked upon as the dregs of the population, and looking upon him as such, you come to the natural result, and you get much of the dregs of the population for soldiers. If the soldier were treated with justice, and was put in his proper position, I do not think you would have any difficulty in getting men. In all directions injustice meets you in the treatment of the soldier. It is not now as in former days; the barracks are full of newspapers; the men can read, and they contrast everything. Look at a regiment going to India. Before I went to India, my pay was about 19s. a day, and my hospital sergeant had 2s. 3d. sergeant's become? not a penny more. The men going to India gain nothing by it, whilst they, the men, get nothing additional. Do you suppose that all that does not weigh in the men's minds? Formerly, when men went into the Army, they thought at least there was a settled subsistence, and a pension. Now, what is the pension worth? I have submitted the question to the best jury in the world, to that distinguished body of old soldiers the Commissioners, and they all say to me, "Sir, what is a shilling a day when you get it?" If you look at a shilling-a-day through a long vista of 21 years, you get sick of contemplating it, and when you get it, a man cannot live on it, and if a man takes 21 years out of himself, knocking about in the Army, he is good for very little afterwards. My idea in the scheme I have drawn up, is entirely founded upon establishing the certainty of giving the soldier, as a young man, when not more than 30 or 32, the wherewithal to start with in his civil capacity, or if he pleases to transfer himself to the Reserve, and have still further prospects in it. It has been founded upon the old maxim, that gratitude means a lively sense of never keep your men. You must apply to self-interest. A man must have prospects, and in this country I conceive you have the finest opportunity of any country in the world for giving your soldiers prospects. You have no end of colonies. You have employment of all sorts which may be made available as the reward of military service. As for giving them pensions that they can live upon, it is an admirable theory, and I quite go with it; but you must conciliate prejudices, and our rulers must be convinced. Of course if *corde honore* were given to any committee of experienced Officers, no doubt they would very soon devise a scheme which would fill our ranks with recruits, but what chance should we have of seeing that scheme carried into effect? Our only chance is to devise some scheme that the Government may be prevailed upon to adopt, and that will have the effect of filling our ranks. And in always get any number of Officers that we please, but we cannot get soldiers? When you come to contrast the condition of the two, the question resolves itself. When the Officer enters the Army as a profession for life; the soldier enters it as a makeshift, and if you can form a scheme which will provide for your men at an early age, and give them the certainty of a moderate sum and a chance of more, you place the soldier on a par with his Officer, and make the Service to the one what it is to the other, a lottery, certainly with many blanks, but with a great many well-deserved prizes. What men like, is a chance. Give them a chance of the world, and ever have been the two favourite devices of soldiers in all ages of the world, and ever must be. Every man who goes in with the true spirit of a soldier is ready to risk his life, and take his chance of what his luck may send him. But you exclude everything of that sort from your barracks; you make it a dull, miserable scene, a dreary monotony; and what do you hold out to the man? You hold out to him the prospect of getting a penny a-day at some remote period, the very man whose brother is perhaps striking because he does not get 5s. 6d. a-day. The first thing you must begin by doing is to establish a rational system of remuneration for service; but to enter on that subject at this hour of the night would be entirely out of the question.

Lieutenant-General Sir PRINCE DONALD, Baronet: I should not have taken part in this discussion to-night but for the invitation from the Council, because I confess that in view of all that has passed, it is a great pain to me to enter into any discussions on military subjects. But as I have been invited, I shall give expression to the few words that I have to say on this subject, and I may also introduce some

remarks upon the Militia question, because I was for some time an Inspector-General of Militia, and have strong opinions upon this subject. The first point that strikes me arises out of these tables. I own that the figures before me somewhat surprise me. First of all I will mention what seems to me to be a deficiency. In order to know the value of that table of recruits "inspected," and to gain a correct idea of what sort of men they were physically in the aggregate, we should have had stated the number of rejections. In the subsequent part of his paper, the Lecturer stated that he had examined 25,000 recruits and rejected 17,000. I therefore presume the rejections closely approach to 35 per cent, and that is a very priced one was this. After what I have seen of the Prussians, I was not prepared to find that, at the age of 18, our recruits are considerably taller than the German recruits at 20 years of age. I doubt, however, the correctness of that. Judging from my own eye, I think there must be some mistake in it. The appearance of this table is, on one point, gratifying, for it shows that with all our difficulty in recruiting, we still get 45 per cent. of men of very good height, viz., 5 feet 7 inches. Now before we can place a fair estimate on the value of that table, we ought to know the number of rejections. I will endeavour to divide what I have to say under the two heads mentioned by the Chairman. I think, for instance, that the scheme of short enlistment has failed, and that hence we could not have a Reserve for the Army that we were led to expect; because it stands to reason, that this Reserve can only increase *pro rata* with the number of enlistments, and if we do not get enlistments, we shall not have the Reserve. There are many things that militate against the enlistment. Firstly you cannot buy a man for a soldier for less than he is worth, any more than you can buy anything else. The War Office may exercise their ingenuity, and there are some remarkably clever men there—they may shift and shuffle the cards, and make out pretty schemes, but it is impossible to get a good man for less than he is worth. There are now few inducements and some anomalies in the present mode of enlistment which militate grossly against our getting the numbers we desire for the regular Army. First of all, I think we have made a very great mistake in doing away with pensions. I gather that from our recruiters; the universal testimony is, that it is hopeless to try and get recruits without the restoration of pensions. Whether right or wrong, the conviction remains in my mind that the pension question is at the bottom of our failure. Then there is another thing they have done away with, the bounty. I affirm that a vast number of men enlist into the Army from the want of money (10s. it may be), for a good object or for a bad object. The Secretary of State for War has done away with the bounty to the line, but has continued to pay it to the Militia. Here is an anomaly; you are positively at this moment giving a bounty to the Militia and attracting into that force, the very men that we want to pass direct into the regular Army. Then there is another element of failure, namely, the short service. I simply affirm that this is not attractive to the men. The man who enlists, in general wishes to break loose from civil life. We do not know what moves him to do so, whether vice or virtue, and he has a very natural wish to arrive at a pension. But there are other inducements wanting to attract men. When the great changes were recently discussed in Parliament, if I am not very much mistaken, some of our prominent men wanted an assimilation to the Prussian system. What a delusion that was! and I am afraid it was intended as a snare. But it is nothing to vaunt of. What similitude is there between our present system and the Prussian system which embraces all classes by forced service, whilst we continue to enlist from one class solely by voluntary service? Where is the likeness? It was hoped to tempt into the Army what they called a better class of men, the possibility of which I very much doubt. It was said "Now is the time! Purchase is done away with. Everything will go by merit." It was like telling a French soldier that he carries in his knapsack the "*blow de sergent*." No such thing. Why the very moment they did away with purchase, they took away the highest and first motive for a poor man of a superior class in life to enter the Army; for what was his object in entering the Army? He said to himself, "If by good conduct I rise to the rank of an Officer, and for 25 years fulfil my

"duty fairly, what shall I gain? I shall not be turned off into the world without some permanent provision for my family, for the custom of the service and the law tacitly sanctions my retiring on half- or full-pay, and with a very good bonus into the bargain." I agree with the last speaker that we have had people administering our military affairs who are totally unacquainted with military matters, who know not the needs and requirements of the soldier, and know not the habits and sentiments of the Army one bit.

Those are partly the reasons why this recruitment has failed; and now I will say a few words on the reserve. It is no use discussing the matter if we cannot get the Every man has his hobby, and I have had a hobby for many years, and which has taken its rise in my knowledge of the Militia. I say if you cannot get Reserve men for the Army, then the next best thing you can have for the defence of your country is this—to have a real Army of Reserves, and there you have it almost out and dried of the Militia and the embodiment of portions of it in succession 18 months or two years at a time, so that you shall always have a large body of infantry and garrison Reserve, and there (in the Militia) if we cannot get reserve men for the Army, is where you can get an Army of Reserve. I do not say that they are to serve by means of the Militia, I am as convinced as I stand here that if, as I have proposed, and as I have written often in official and non-official papers, the Government will thus embody in succession portions of the Militia and create an Army of Reserve, if our country got into difficulties in whatever part of the world, you would find these Militia regiments would nobly and loyally offer to go wherever any other portion of the regular Army went. It is, as the lecturer remarked, not only the numbers of men, but the physical capacities of the men, that have to be considered. It is quite true that very often low height with us is only another expression for minor age, and he calls himself 18, and perhaps looks 18, and there is the great perplexity, that fellows as boys, but perfectly useless as being under the age and not possessing the physical capacities of men. This is one of the prime recommendations for embodying in their turn great portions of the Militia, because in the Militia they have a great number of men of ascertained ages, and vast numbers, as heretofore, would in time superior inducements for the men to enlist in peace; they rapidly accommodate themselves to military habits and discipline, and you have in the militia regiments not only a vast reserve of men for the Army of the proper age, of the proper physical capacities, but the infantry and artillery of an Army of Reserve. Army may not fail, as I fear it will do, however. God knows how urgently I wish it were otherwise, and I am sure every military man here will go with me in really wishing that the plans of the War Office should have the most ample success; but I have seen. I am convinced, for my own part, and I have thought a great deal upon the subject, that it is utterly hopeless to pursue our present plan of enlistment for optional, but the latter should be most largely encouraged; and men should not be removed from one regiment to another against their consent, and they should receive a bounty for consenting thereto.

Lieut.-Colonel ERYK, 1st Royal Surrey Militia: The question whether the maintenance of an efficient Army is compatible with the system of short service every one agrees in this, that if it is to be attempted, the advantages to be held out as they are, the prospects of the soldier, are not at present sufficient to attract an adequate number of recruits. How is this to be attained? It resolves itself into a question of money, and money can only be given in three ways. It may be given

before service in the shape of bounty; it may be given during service in the shape of increased pay; it may be given after service, as gratuity or pension on discharge. Now the system of bounties has been tried. We have given vast sums of money during war; the more men we required, the more we increased their bounty and the greater number of desertions we obtained. It has been a failure. We have increased the pay of the soldiers, and have given them free rations, and I believe that has been a good thing, but I do not think we could go much further in that direction, for drunkenness is very rife in the Army, and I fear it would increase if the pay was much further increased. It then only remains to give it after service in the shape of pension. How is this to be done in short service? It is impossible to make a man a pensioner after six years' service. I do not mean to agitate the question whether it would not be better to enlist men for 21 years or for unlimited service. I wish to consider what, instead of a pension, can be given to a man after a limited period of service. It was some years ago since I first recommended publicly a system of deferred pay, on which we have heard many strictures to-night, and some months ago I renewed the subject in a published letter in the Times, that caused some remarks, and which I hope is vegetating in the public mind, and will bring forth fruit hereafter, for I am perfectly certain that nothing but that will meet the difficulty—a system of reserved pay to be given to men on completing their service. I feel pretty confident that in the course of five or six years that system will be at least tried; it seems to me the only plan by which anything approaching to a pension can be given with short service. And if anything is to be given, it should certainly be given in exact proportion to a man's good service, in other words, that each day's good service should carry with it a certain amount of reserved pay. The plan I proposed was very different to that of which Dr. Adams gives us a sketch in many important particulars, and was I think far better in many respects, but perhaps I had better not trouble you with it on this occasion. With regard to the system of the Militia bounty, I think there are many fancies rife about that system, and Sir Percy Douglas will pardon me for saying I did not quite agree with some of the remarks he made just now, although I have the highest possible respect for his opinion on Militia matters generally. The Secretary for War the other day, I believe, stopped the bounty on enlistment for the Army; he also wished to stop it for the Militia, and we were surprised one fine morning at the receipt of an extraordinary circular, telling us that in future we were not to give the men the usual bounty of 10s. when they offered themselves for enrolment. We had recently been told to recruit as much as we possible could, and to get up the Militia in a short time; then we receive a circular to tell us we are not to give the men 10s. on enrolment, to give them nothing in fact without special authority. It amounted to this, that a lad in his fustians or rags was supposed to go to the Militia sergeant and say to him "I want to be enrolled," was to strip, to be subject to a surgical examination, to be taken before a magistrate and to swear this, that and the other, and then to be sent away without getting one shilling to return to his home. Of course the circular, as any one practically experienced in the Militia would know, amounted to an order to discontinue recruiting, and I believe for two months not a single Militia recruit was enrolled in England. There might be one here and there, but there were not any in my county. It is a pity, I really think, under these circumstances, that the gentlemen in the War Office do not take the trouble to consult some one with practical experience. Officers of the regular Army cannot be supposed to know much about the Militia, but certainly no Militia Officer would have hesitated for a moment to say that that would be the effect of that circular. The question of recruiting for the Militia is very intimately bound up with that of recruiting for the Army, and I want now to come to the point I mentioned before. It seems to be said that it is hard the Militia should receive a bounty while the Army does not, and I saw a letter in one of the morning papers the other day from an old soldier who said, "The Militiaman gets a guinea a year, and we poor fellows get nothing." But then we must remember that the Militiaman not only serves his 27 or his 56 days, but he enters into an engagement binding himself to serve for any 56 days in the course of the year in which he may be required, and these 56 days may be broken up into two terms; so that it is not the mere pay for the days in which he serves; it is not the mere loss of time during the



Major WETHERED: No; they could not do that; it is bad enough as it is. A soldier says, for instance, "If I go on pass for a month, my duty is performed by my comrades. Why should the Government desire to save upon the rations which I do not eat? That ration costs them 7½d., but now I am going away they only give me 2d. for it." In hospital a man loses a penny more than he did formerly. There are many little hardships of this kind which do not come to the surface. Under the old rule, when the man went into hospital, the ration might be drawn for the benefit of his wife. In the same way, when he went on short pass, he could draw a ration, and his wife would subsist on it; but now he cannot do so. If he goes into hospital, he has a mere pittance of balance left; his wife gets no ration. If he goes on furlough his ration is stopped, and he goes away with this minimum of pay. All these are sore points, which, if the warrant had been framed from a military point of view, would have been avoided. Then again sufficient inducements are not offered to the soldier. There are not enough posts of advancement in his profession. I maintain that the non-commissioned grades are not what they should be; the men should be in a higher and better position. Again, many posts might be created. What can be more respectable than our recruiting system? You take some of the smartest men in a regiment and send them to certain towns. They ally themselves to certain public-houses, as though the gin palace and the Army were inseparably connected. They pick up the refuse of the town, and, under the influence of drink very often, induce the men to take the shilling. That is a gross mistake. Then, the whole system demoralises the Non-commissioned Officers and induces them to teach deception; for they will tell a lad of 16 to say he is 18 or 19 for the purpose of passing, so that they may get their rewards. There is no occasion for this. Surely we might get some kind of general agency throughout the country. Why not have, in certain towns, your recruiting agent—a man who, himself still in the service on full-pay, would be an advertisement in his own person—a man who had risen from the ranks to a good position, and was comfortably located. He would be looked up to by the people in the villages round about, and would lead them to say, "The Army is a good thing. Look at So-and-So, what a nice position he holds!" I say if you were to turn out men in that way you would offer an inducement to the youth of the country to come into the Army. Now, however, the reverse is the case. Take our six years' service. The men, after leaving the Army, would go to various localities to be localised on this 4d. a-day. Would there be anything in those men to tempt the youth of the country to follow their example? I consider that such Reserve men should have written on their backs the caution to avoid the breast a paper in our poorhouses; but that has been the case over and over again. You meet with men who have shed their blood on the plains of Waterloo ending their days as paupers. That is, I think, a great talking to him found that he had been all through the Peninsula War. He had left the service after being in it seven years, had struggled on and laboured to sustain himself; but he was now getting too old, and had no means of support, and there was nothing for him but the workhouse. The country ought not to allow a thing of that kind to happen to a man who has gone through hard service. There ought to be some provision to keep him from such extremities. There the old feeling of *esprit de corps* prevailed, I mentioned the matter to the regiment days, sufficient money was raised in that regiment to keep the old man for two years out of the workhouse. The Officers themselves subscribed to keep a man of their own corps; the point to be considered is whether we are to return to the long service holding out greater advantages. I really do not see how the present scheme can possibly be successful, and I do not know how pressure is to be put upon the Government to induce them to set about adopting some other plan. Certainly, if they were to form a Committee of Officers capable of giving an opinion, we might arrive at some tangible method of going to work. At present, we all seem to be in utter darkness.

Colonel LYONS, Assistant-Adjutant-General, Recruiting Staff: From my posi-

tion in London as Inspecting Field Officer of the Recruits, which I have held for the last three years, I hope to be able to give you some information respecting recruiting for the regular Army, and the desertion of the recruits. Dr. Adams has pretty clearly set forth to you the physique of recruits; but after all, when we come to weigh the thing, it is all in a nutshell. It is a matter of £ s. d. I have been some 45 years in the service, and in my day, whilst I was in Ireland, the soldier could buy the best mutton in the market at from 2d. to 2½d. a lb.; the best bread at 1d. a lb.; 14 lbs. of potatoes for a penny; the best milk at 1d. a quart, salmon at 1d. a pound, and all that. He was probably a labourer, digging turf or potatoes all day long, and therefore by enlisting in the Army, his condition was considerably altered for the better. I need not mention to you that his money went much farther than it does in the present day. In addition to that he had certain rights. On completing 14 years' service, he had an additional 2d. a-day, and a soldier in those days would say, "You may flog me, or do what you like, but you cannot take my extra pay from me." Compare that with the present day. There is additional pay; but when you take the extra expense of everything into account, the soldier has not as much money to devote to his own purposes as he had in those days. There was the further addition that, if he met with an accident on duty, if his service was short, he got a certain amount of compensation, and he was certain, when he completed his 21 years, to get a good pension of a shilling a-day. The consequence was, in those days, the service being so attractive, and men so plentiful, you had any number of splendid recruits at command. I, myself, as adjutant of the regiment, turned hundreds away from the barrack gate who did not come up to the height of 5 ft. 8 in. or 9 in. I would not take them, because we had a choice in those times, and why? Because it was an advantage to enter the Army. Since then, there has been a considerable alteration. I will not attempt to discuss the suggestion of Dr. Adams that, as a nation, we have fallen off physically, for I do not understand it. I think now, as well as then, that if you pay the men according to the present market, you will get the same size. If size is to be taken as an advantage, you will get any standard you want by paying for it. At present we have to take recruits per regulation, 53 inches chest, 5 ft. 5 in. in height, and any one of experience knows that means simply a boy or a lad. You may range from 18 up to 25 years of age. Now, I need not remark that a man of 53 inches of chest and 5 ft. 5 in. in height, at 25 years of age, is scarcely likely to make a good soldier as far as appearance goes, though he might fight well enough. Therefore, the younger you get them at 33 inches chest and 5 ft. 5 in. in height, the more likely they are to be good-sized men when they attain a certain age, say 21 or 22. At the present day, wages being so high—from 8s. to 4s. a-day for a labourer—the class of men that hitherto, as we all know, have formed the splendid infantry soldier, viz., the agricultural labourer, will not come to you for a shilling a-day. If we cannot get them, what are we to take? I am speaking particularly here, in London; but I believe it is the same throughout the country. You must take anything that offers, according to regulation. Now, I profess to be as good a judge of what will make a soldier as any man in the British service or out of it; but I am bound, by regulation, to pass those men, if considered physically fit by the surgeon, if they come up to the standard of regulation; but they are not the men I should myself, if I commanded a regiment, wish to take into it. You take these men? Why? Because you cannot help it. The whole thing is as plain as A B C. The whole discussion this evening amounts to one thing. Changes have taken place from the days I have just mentioned to you of cheap rations and of a good pension to look forward to. To what? Men come forward now. Perhaps many have a great desire to join the service, because there really is as great a military spirit extant at the present day as ever there was in the country. I have no doubt of that. Men enter the service readily, and, I must say, were the conditions six times worse than they are at present, you would get a certain number of men and a certain class of men to enlist; but then comes the question, Are they the sort you want? You get them, as I said just now. They enlist according to the conditions. We have no choice. We are told that our service is a voluntary service. Now, it has always been a puzzle to me to know what the meaning of a voluntary service is. The voluntary part begins and ends in the Act of Enlistment. No man can force a man in this country to enlist; but if he enlists, there he is—he must abide by whatever

the conditions of the service are. A fine youth comes and tells you he is 18; probably he is not so. He enlists for six years with the colours, as it is called, with the understanding that at the expiration of that term, he is to join the Army of Reserve for six years more. With all due deference to the gentleman who has spoken about the dissipation of recruiting and of public-houses, and all the rest of it, what is the recruiter to do? The recruit asks the recruiting sergeant "What is the Army of Reserve?" He says, "I do not know. I suppose it is an Army at home, and that you get 4s. a-day for doing nothing." Perhaps to some it sounds very well, but when the man joins his regiment, and begins to talk the thing over, he says to himself, I like my regiment, but at the end of six years I shall be turned about my business; I cannot remain in the service. What will the effect of that be? He enlists probably at the age of 17 or 18. At the expiration of six years he is only 24. According to the Regulations of the Service, men are taken up to 25. He enlists originally as John Jones. He is supposed to be in the Army of Reserve, and he comes back to the service as Joe Smith, and goes for six years more. Well, your Reserve man is lost, of course. In the cavalry and the artillery they enlist for 12 years, and they have nothing to do with the Army of Reserve, but are supposed to take their discharge. I must say, from my experience in London, that no more satisfactory class of recruit can be obtained in the world than the cavalry recruits in London, whether you judge them by their stamina, or any way you please. I could show any gentleman here these recruits, if they liked to come over to the barracks. On some days we have as many as from 12 to 20 men, 5 ft. 8 in. to 5 ft. 11 in. for the cavalry, with 36 or 40 in. chests—fine, splendid fellows. Of course the men for the light cavalry are rather inferior in size.

**THE CHAIRMAN:** Do you think the preference for the cavalry regiments is due to the length of service?

**Colonel LYONS:** The men I am speaking of as enlisting for the cavalry are, many of them, educated men. Many of them are gentlemen who have failed at the examinations at Woolwich, or for the Civil Service, and there are many—I could mention certain names—who enter at the present day with the view of obtaining commissions from the ranks. I will confine myself, first, to the description of the recruits. When you hear it said that the London recruit is this and that, reference is generally made to the infantry recruit as being inferior, whereas, if you take the recruits generally in London, they are the finest recruits you obtain in the country for the cavalry service. The recruits for the cavalry are of a superior class. They are gentlemen of education, clerks, and so forth, who cannot turn to the pick-axe and shovel work with the agricultural labourers, who are required for infantry. Your agricultural labourer comes forward and says, "Halloo, sergeant, what is the pay; what is the bounty?" He replies, "No bounty; a shilling a-day." "Oh, no, that won't do; come, I can get 3s. or 4s. a-day." Pick-axe and shovel go on his shoulder, and off he marches. An educated man cannot do this, and consequently he enters the cavalry service. One of the finest regiments in the service, the 6th Carabinier Dragon Guards, is nearly all composed of recruits raised in London, and hundreds of them have passed under my own observation, as I have approved of 10,000 recruits within the last three years. Speaking of the advantages of the service, the recruits enlist in London readily with very few desertions. They go and join their regiment, and then they begin to inquire into matters, and they find, comparatively speaking, that they have made rather a bad bargain of it. Say that it is summer time and harvest is going on, they consider sometimes like this perhaps, "We are only getting a shilling a-day, and at the end of six years shall be sent about our business." Well, what is desertion? Oh, nothing. Get three or four shillings a-day to go off for a lark. If a Captain of a company finds fault with a man on parade, or he does not like the station, he deserts. He has no dread of punishment, no letter D, and I can only say I know I am passing deserters as recruits every day in the week. In former days when a man was discharged on account of bad character, there were the letters "B.C.," but now they are discharged from the 50th regiment on one day, and are enlisted in the 51st the next. I believe even the Guards and the regiment to which our gallant Chairman belongs, is not exempt from that. I speak in a homely way of these things, I am not entering into politics. Politics have nothing to do with it. We are all uniting with one feeling, and our object is to give our opinions for the

benefit of the service that I have always liked and will like. Let them alter it as much they will, I will like it to the last. We have a small Army, and we ought to have a very good one. If a man likes to enlist, let him enlist for a limited period. At one time I was opposed to that myself, when I was Adjutant of one of the finest and smartest regiments in the British service, the 5th Fusiliers. I know what the old style of soldier was, and what the soldier ought to be in every sense. Those days are gone past, but there is a way in my opinion of remedying the thing at present. If in this country enlistments are voluntary, why not meet the men as far as you can. Six years' enlistment is a mistake for this reason. Even a man who likes the service, from the very fact of at the expiration of six years being able to take his discharge, will take it—why? not that he dislikes his regiment, but simply that he can have a change. It would be far better to prolong the term to ten years. Instead of keeping the fixed price for discharge as high as at present—£20—why not reduce it? Put it within a man's means if he dislikes the service to purchase himself out; thus if he enlisted for ten years, for the first five years, let the price of his discharge be £10, after that up to the completion of his time £5. At the expiration of his ten years give him the right—at present he has no right—of either taking his discharge or re-engaging if physically fit, and go on for 11 years more. The effect of that would be that every man on entering the service would have the pleasant feeling that if he liked his regiment and the service, he could go on and serve his time, and at the expiration, would be entitled to a fair and reasonable pension. Having served 21 years in the same regiment which I left ten years ago, I found not one man out of 200 lived long enough, through the ordinary casualties of the service, to claim his pension. Nevertheless the effect was good, because it coerced every man to look forward to the end of his days, when instead of going to the workhouse he would have his pension to live on. Then again, as has been remarked, the Non-commissioned Officers in the British service, particularly the sergeants, are underpaid. I am sure every Officer will agree with me that they are about the most useful and essential men to maintain the order of a company, its discipline and so forth, of any class. What has occurred in my own experience? As Adjutant of a regiment, I was most particular in the instruction of the men, in seeing that they attended school, in getting them on for Non-commissioned Officers and so forth. Those men whom I had almost forced to attend school, when they came to the expiration of the ten years' service found that they were superior men to what they were when they entered the service. The result was, they found such inducements in civil life, in the Mauritius and elsewhere, that instead of repaying the benefit, when I became a Field Officer, and part of the time commanded my regiment, of retaining the services of those educated men, they left the service and entered civil life, receiving better pay. I could not blame them for doing so. By raising the pay of the different grades of Non-commissioned Officers you have lots of men in civil life who are educated and who would be glad to enter the service. They would be glad to come in with the object of arriving at the ranks of sergeant, quartermaster-sergeant, or sergeant-major, for 5s. a-day, and a higher rate of retirement. Educated men, now that purchase is abolished, are entering the ranks with a view of getting commissions. They cannot all obtain them, and the consequence will be, that you will have a number of educated and discontented men in the ranks. With reference to the Volunteers, we find that many of the corps are dwindling down, and the Officers tell you the reason is, that the examinations are so strict, that men do not care to undergo them. My notion is that it is too heavy for their pockets. Those Volunteers who cannot support themselves might be local Militia, and supported by the State. The Officers and everybody else would be relieved. You could have an extensive, active, and local Militia and would be able to keep up the supply.

**Captain COLMAN, late R.M.A.:** With regard to what may be called the degeneracy of the physique of the Army, I do not think there are any reliable statistics to show whether the actual physique of the nation has deteriorated in the same degree. We should be glad to have information on this point, which is a very important one. Figures have been given by Dr. Adams to show how it has diminished in the Army, but there is nothing to show whether the population generally has deteriorated in the same degree. I think there is reason to believe that it has, for the very reasons the Lecturer has given. We know that the agricultural population of the country

has very much decreased, while the town population has very much increased. With regard to one point which has been alluded to by various speakers respecting the increase of advantages which should be offered to Non-commissioned Officers, no doubt there is a great deal of good in it, but I think also, under the present conditions of the Army, a considerable amount of harm may be done in carrying out that principle, and for this reason, there is a very small margin between the advantages you offer a Sub-Lieutenant and the advantages you offer a sergeant. Under the new scheme each man is to be a professional man,—one is a professional Officer, the other a professional Non-commissioned Officer; therefore you must make some allowance for the change of system. With regard to the general question, it is complex, and requires a considerable amount of thought. It is almost impossible to keep on the subject and off your hobby. The first point is, what inducement can you offer under the voluntary system? The material point because if your force passes a certain margin, it is not merely a question of £ s. d., in the three words, £ s. d., but it would become impossible financially for any country to keep it up; therefore it is not a matter that can be summed up in the three words, £ s. d. Then comes the question, what part of the Army is to be standing, and what is to be Reserve, and before you can really approach the question of the Army at all, you must settle what is to be the military policy of your country. Even supposing it to be a purely defensive policy, still it is a very small area, such as we are accustomed to hear it limited to, that is the area of the United Kingdom. The table exhibited by Dr. Adams shows one very remarkable fact. By it we see that the proportion contributed by the colonies was 6 per cent in 1860, and in 1872 it was very nearly 7 per 1,000. Now the inducements in 1860 were very much greater than they were in 1872, because you had a greater number of recruits and a larger force.

Dr. ADAMS: These are recruits born in the colonies, but not enlisted there. There are no recruiters in the colonies.

Captain COLOMB: I am aware that there are no recruiters in the colonies, but I should like to ask whether that is purely limited to the West India regiments?

Dr. ADAMS: No; that is probably in Canada,—Canadian enlisting in regiments in Canada.

Captain COLOMB: I wish to point out that the colonies are an increasing element of the recruiting area.

Colonel LYONS: We have had no recruits from the colonies since 1865.

Captain COLOMB: I merely repeat that the table shows that we have an area of recruiting which has increased. What we are dealing with now, is the present state of the Army, and it must be remembered in estimating your force, supposing even the world to defend, therefore you come to an enormous force, and that being the case, you cannot put the question aside by saying it is a question of £ s. d.

Sir PERCY DUGGLAS: Whatever your numbers are, you cannot get the man for less than he is worth.

Captain COLOMB: I am perfectly aware of that, but I am also perfectly aware that you cannot maintain a sufficient force in the standing Army, and therefore you have to provide a Reserve. More than that, you have to bear this in mind, that a large proportion of your Army cannot be a short-service Army. There are your cavalry, your artillery, and your engineers.

Colonel LYONS: What do you mean by "short service?"

Captain COLOMB: I mean it in the ordinary acceptance of the term. We have had "long service," 21 years; we have now "short service," which is the six years' enlistment. To resume, we have three branches in the Army, and of those three, only one can possibly be called a short service. You cannot educate and train an artilleryman, and turn him back to civil life; it would be false policy to do it. The man is to the country, and the longer should the country retain his ser-

vices. If you turn to the Recruiting Commissioners' Reports, you will find that it takes them two and a-half years to make a gunner, and it has been said, that cavalry soldiers in the field, under two years' service, are a hindrance. Therefore if it takes a long time to train a man, when you have him, so long as he is physically fit, you are bound to keep him, and if you wear that man out in the service, you are bound to provide for him. Therefore in these branches, you cannot possibly apply the short service. But I believe, that within certain bounds and restrictions, the short-service principle can be applied to the infantry of the line, and the question of what you are going to offer the man at the termination of his service is not a question that can be looked at from a military point of view, but purely from a commercial point of view, and what you have to offer that man so as to compensate him for the loss of time in learning a profession, by his having lost so many years in the Army. That being the case, to get at what should be given to the man after a certain period of service, you must first fix your period of service from a military point of view. Then you must ascertain what are the average wages in civil life of the man when he enlisted, and what are the average wages of the man at the period of life when he is discharged. You must not only give him the balance, but something for continuing liable to return to the Army. Therefore I think it is a commercial question with regard to the trade of the country and to the labour of the country, and you have, every year, to deal with skilled labour more than agricultural labour. There is only one thing that I wish to remark in conclusion. We have heard a great deal of "measures not men," and certainly as regards the Army now, it has been given "measures," and it has not been given "men."

Mr. A. HAY HILL: I feel that as it is late, I must not intrude upon you for long, but I am rather glad to support the view taken by Colonel Lyons, because whether it be called £ s. d., or whether it be called the law of supply and demand, this is simply a great economic question, that is to say, whether the men can be obtained in the present condition of the labour-market. You may either call it "supply and demand," or you may call it a question of £ s. d. I would submit to this meeting that it is purely a trade question, and that it is not a professional question, and the sooner it is removed from purely professional considerations, the sooner will it be reduced to its real economic proportions. It seems to me it has been assumed for a long time, that the agricultural labourer was the true typical soldier; but according to the theory and the experience of Col. Lyons, I think you will see that the agricultural labourer, as a soldier, has simply been the natural product of the condition of the labour-market tending towards the Army, because he was the poorest paid worker of the labour-market. A short time since, when the great iron industry of Cleveland sprang up, it was contended that the men that had moulded iron in the past were not to be had, because the particular class of men from whom the iron-moulders and the iron workers came, were not at once to be had. But it was very soon proved that the law of supply and demand produced the men to work the iron, and I would submit that if the advantages of the Army were as well known as are the advantages of the well-paid departments of labour, assuming the Army to be better paid, that the men would follow the guns and would follow the recruiting sergeant. You find that in London, as Colonel Lyons has told you, a very considerable number of men are able to be obtained. They are now able to be obtained from the clerk population, and I have not heard it asserted that if the clerk is put into good muscular condition, he is not equally fit to be an infantry soldier as he is fit to be a cavalry soldier. Therefore there may still be a very considerable body of persons to be drawn, who will turn out, not the ignorant and useless soldier, for two years, but the man who will easily learn what he has to learn; because it is only, after all, something of the old trades-union idea to assume that a man cannot learn a business under a certain time. If you introduce into a trade a professional man, or a man in the habit of applying scientific principles to anything, he very soon learns his business, and I think it would be found if a more intelligent class of men were invited into the Army, under fairer conditions, that the labour-market would very soon supply the men. There is one point which has been raised here to-day by Dr. Cameron, with respect to the accumulation of money in the hands of soldiers. I would submit to this meeting that any arrangement under which a large number of men had a lump sum at a comparatively early age in their career, would be most disastrous, not only to the Army,

but to the men themselves, because I think you will find that the men who in one calling accumulate a certain sum to carry into another calling, are neither good men in the first calling nor good men in the second. You will find, as a rule, that the men who in domestic circles save a little money usually end in keeping a public-house, and I think that if soldiers on the same principle at the age of 23, or probably something under that, had what might be £20, they would think it sufficient to play with the money, and consider what they would embark it in, and whilst they were fiddling with the money, they would lose all the attributes which constitute the hard-working man, who is going to make his trade his life profession. It will be seen that the whole tenacity of modern thought is against the system of pensions, and it will ultimately be found that the Army, like every other trade, will have to serve for its salary, and will have to do the best with its salary, and to make the most of that salary in the way of provision for future time. But assuming for the moment that Colonel Lyons' view is correct, and that a man had more option as to how he went in and how he came out, I think you would find, with the present growth of cooperative trade, that there would be a large number of positions entirely apart from patronage or official precedence growing up for the class of men that would come out of the Army, namely, men accustomed to method, accustomed to drill, and not desirous themselves of necessarily becoming masters. That is the particular class of men which the labour-market now requires, and I find from daily experience with large quantities of labour, that the young man of the present is not content to learn his trade, but he must needs be continually trying a number of trades, until he finds no instrument in the labour-market suits him at all. If a large number of men were during their early career in the Army trained in habits of discipline and method, they would be serviceable men, not in the sense in which Commissionaires are serviceable, because my own experience proves that in many ways they are the most unserviceable men in London, but men who have learned methods and habits of life, which they would be prepared to carry into any trade they might in after life learn for themselves.

The CHAIRMAN: There are so many other gentlemen anxious to take part in this discussion, that I think it would be desirable to adjourn it for a week. The discussion was then adjourned till February 29th.

February 29th, 1874.

COLONEL F. C. STEPHENSON, C.B., in the Chair.

ANNOUNCED DISCUSSION ON DR. LEITH ADAM'S PAPER.

The CHAIRMAN: Before renewing the discussion which was discontinued this day week, I beg again to remind you of the necessity of limiting the two points of discussion as much as possible to the two questions mentioned, viz. "whether a perfectly efficient system of Short Service and Reserve can be secured by Voluntary Enlistment?" and "supposing Short Service and a Reserve impracticable, what schemes of Continuous Service and Pension are likely to be successful?" These two points really are the pith of the whole subject of Dr. Adam's paper; and it is exceedingly desirable that any gentlemen who wish to speak should confine themselves as much as possible to those points. One other point I should like to call the attention of the meeting to, which is the desirability of avoiding, as much as possible, any argument or expression which can in any manner be interpreted as having a political bearing. I think that is of very great importance, and also I hope remarks may be devoid of any warmth of expression which might give offence outside these walls.

Col. EWART, C.B., R.E.: I attended here last week, and listened very attentively to all that was said. It appeared to me that there were three points to which Dr. Adams directed our attention. The first was the supposed insufficiency of the supply of recruits; the second was the supposed indifferent nature of that supply; and the third was the difficulty of finding a Reserve. These all bear upon the two

questions which have been submitted to us for discussion. A number of incidental matters also bearing upon these questions were brought out by various speakers. It appears to me that, inasmuch as the Journal of this Institution is published and very largely circulated, and is not only circulated amongst our own Officers in our own colonies and at our own stations, but also goes into the hands of foreign Officers, and finds its way into foreign libraries, and the matter in it is introduced into discussions abroad, it is very desirable that any deficiencies in our service should not be unduly exaggerated, and that the real state of things should be brought out in these discussions. Therefore, from that point of view I would speak first as regards the supposed insufficiency of recruits. I happen to have had the opportunity of referring to some statistics upon this matter, and I have taken the opportunity of consulting the latest returns showing the numbers of recruits that have been raised, and I should wish to bring before the meeting, in opening the discussion this evening, the real state of things at the present moment, namely, that the Army is considerably over its strength. It is quite true last summer there was a great deficiency of recruits, and that the winter season is the time for getting recruits, but from whatever reasons, the fact of the matter is, that at the present moment the Army is over its strength. Some regiments—and no doubt this has given rise to the supposition that there is a great want of recruits—some regiments do want recruits; on the other hand, others are in excess of their numbers. The artillery at the present moment may want 700 or 800 men, but why? Because they have sent out large drafts to India, and have not had time to recruit up. The Highlander regiments, too, are in want of men, but that, no doubt, will be remedied in time. We must recollect that in this matter of recruiting, there have been great changes of late years; that we passed from the system of long service and pensions, to the system of general service and short service; that that again has been altered into county service, and that now men are taken for the county regiments, and when these regiments are full, recruiting is opened at the brigade depôts for other regiments belonging to other depôts which want men. Only about 28 depôts out of the 70 proposed, have as yet been brought into working order, but I believe, from all the inquiries I have made, that at those depôts which have been brought into working order, the recruiting has been most successful with very few exceptions—there are a few exceptions, especially in Scotland. The measures which were proposed within the last two years for accelerating recruiting, and for leading up to a Reserve, have hardly had time to come into force; in fact it will be some years before any men pass under these measures into the Reserve. Therefore it may be rather premature to judge of how far these measures are fitted to give the Army a Reserve. As regards the indifferent nature of the recruits now furnished, we had the opportunity of hearing from the Inspecting Field Officer of the London District last week that he was perfectly satisfied with the men who are raised for the cavalry regiments in London. The Lecturer's remarks with regard to the indifferent nature of the recruits as I apprehend, mainly referred to the infantry recruits raised under his immediate superintendence in London. The question in my mind is whether those remarks will refer to the men who have been raised at the county brigade depôts. From all I have heard, I have reason to believe that they do not apply to the same extent. I am rather more disposed to believe that the same sort of men who used to enlist for the infantry in the country, do still exist—that there is very little difference in the men. Of those who enlist in London, no doubt the superior men go for the artillery and cavalry and the Guards, and a certain number of men who come to London thinking they will get work, and be well paid, fail in these objects, and then enlist for the infantry. I am disposed to think if the statistics could be obtained as to the relative nature and stature of the men now existing in the country, and the men who used to enlist, it would be found that they are very much what they were before. Supposing that you get the same men, I hold—and I think the Lecturer stated so in his remarks—that the advantages that have been given to them in their barracks are very far superior to what they used to have, and I would add to what he said in his paper, the great advantage of the present gymnastic training, which has been shown by the Army Medical Reports to improve the men very much in the chest measurement, and in their general strength and power. Therefore I am disposed to think that those measures which have been introduced, such as giving them greater culms space in



barracks, giving them gymnastic training, giving them recreation rooms and amusements in barracks—these sort of things have all tended to the improvement of the soldier. Whether or not the present measures contemplated for passing men through the ranks, and then getting them into the Reserve will answer, it will take time to show; but this must be recollected, that what you really want in the present day, when we look at what foreign nations are doing, and at the state of their organization, is a Reserve, and you want a particular kind of Reserve. You want a Reserve that is immediately available to complete your regiments for service. Two sorts of Reserves are proposed in this country—the one Reserve is of men who have passed through the ranks, and the other is of the Militia. I think, with all due difference to the Militia, that every one must allow that the most fitting men to join the ranks and embark at once for service in the field, are rather those men who have passed through the ranks of the regular Army than the men who have only been out a month in the year, for training with the Militia. But when war once begins, then comes the great advantage of a Militia Reserve, because when the regiments of the line embark for foreign service, the Militia take their place, and by degrees, being embodied and being in barracks, become able to fill the regiments that are on service with thoroughly efficient men to join the ranks. I will not prolong what I have to say, although I might touch upon many matters dwelt upon last week, inasmuch as I think it is desirable that I should not exceed the limits which the Chairman has assigned for speakers in this discussion.

Captain ROBERTS, Staff Officer of Pensions, Longford: No one as yet has touched upon the Irish side of the recruiting question, and it is to this that I shall particularly direct my observations. My sub-division lies in the centre of Ireland, and for the last two years I have witnessed a continuous influx of the able-bodied population to America, and I am of opinion that the allotments held forth by their relatives in America are so practical and irresistible, that it will go far to drain the population of the district where I have been recruiting. I rather think that in this great competitive age, the Irish recruit is unfairly handicapped. As a smart, intelligent soldier, he is second to none, but he is, as a rule, totally ignorant of the "three R's," and, therefore, cannot look forward to quick promotion. But the Irishman is a soldier from the shell. His very instinct teaches him to learn how to fight best, and from my own observation, I can say it is perfectly marvellous to notice how quickly a batch of Militia recruits will pick up their drill. It is while this process of training is going on that such has begun to seek about the Army and its advantages, and that is the time in my opinion to secure their services and draft them into the Army. I therefore think that Commanding Officers of Militia regiments should be compelled in some way to encourage the transfer of their men to the line. But there is another drawback even when no objections are raised on this score. The recruiting sergeant and the Militia Staff contend about the bringing money, and so nothing comes of the privilege accorded by the Commanding Officer and his Adjutant. To my mind this bringing money has as demoralizing an effect as the obsolete bounty. It is a mere premium on crime, and it is responsible for the many perjuries spoken of by Dr. Adams when he told you that the majority of the recruits are nominally 18, but virtually they are only 17 years of age. As example is better than precept, I can instance a case myself. A Militia corporal brought a man of his company before me for enlistment. The recruit made the usual declaration, and I enlisted him, but before testing him, I made enquiries and found out that he was a married man. Of course I had to proceed against this poor dike as a rogue and a vagabond, although he told me that it was the corporal who induced him to say that he was unmarried, and he was prepared to swear to it. Reward your recruiting parties you must, and then too much, but this bringing money ought, in my opinion, to be accorded to the recruit and paid to him when he has learned his drill. As to the short-service system, there is no doubt that the most reckless wretch in the world will at some time or other during his six years' active service behind himself of the future. He may bear no good character in the regiment; he may have such a number of regimental entries against him that he has given up all hope of being re-engaged. What does he say? "I won't waste my time here. I will desert, and seek some

"permanent employment." On the other hand, the appropriation warrant recently promulgated as regards the fines for drunkenness, will undoubtedly offer incalculable incentives to the well-conducted soldier. I am myself convinced by personal enquiry that there are no more powerful incentives to enlistment than pensions on discharge. My district in Ireland is a proclaimed one, and therefore you may imagine it is not considered very peaceably disposed, but I vouch for it there is one reliable and loyal element there of which little account is taken by the unthinking many, namely, the Army Pensioners, than whom a more excellent, trustworthy and respectable body of men does not exist. When I first went to Longford, I was paying my men alphabetically at an out-station when a very old man entered. "Sir," he said, "I used always to be paid first by your predecessor, for I am a Waterloo hero." I said, "Well you shall be paid first, because you were all 'heroes at Waterloo.'" And, Sir, one out of ten or twelve recruits whom, after the utmost exertions, I have only been able to pass into the Army within two years, came from the village of this Waterloo hero—a pensioner at 64 a-day. Dr. Adams, I think, was rather hard upon little men. He seems to have forgotten the famous dictum of General Picton, which however I will not repeat here. Dr. Adams thinks an average height of 5 ft. 7 inches is procurable, or at least is desirable. No doubt it is, but I rather think if you would double the pay of the Army, those men in sufficient numbers could not be obtained. Why not enlist promising boys of 17 years old, say 5 feet 4 inches in height, and send them to large camps of instruction on the chance that the majority of them will develop into stalwart men. As an instance, a young fellow came to me to enlist. He wanted a fraction of the proper height. I said, "No, I cannot enlist you, but go into the Militia for a month or six weeks of drill." He did, and then he came back of the right height, and I enlisted him. There is one other point I wish to allude to as indirectly bearing on this question. A great deal has been done towards the social amelioration of the soldier, and I have no doubt it will be appreciated, but how about the married soldier? Let the single man see that his more respectable comrade has his interests looked after, and good results will follow. In connection with the Victoria Hospital at Netley, a number of cottages have been built for the accommodation of soldiers' wives whose husbands have been invalided from Colonial stations. This admirable institution is the result of a local charity that needs and deserves the support of the Army. Elevate and respect the condition of the well-conducted soldier, and depend upon it the country will never want for recruits nor a reliable Reserve.

Lieutenant-Colonel AUKMAN, F.C., Commanding R.E. Middlesex Militia: It is with great diffidence that I venture to make a few remarks, after the observations of the many distinguished Officers who have spoken on this important subject; but from the information gathered from Dr. Leth Adams' paper, and the opinions already expressed, it would appear that, unless some means be found to make the Army Bill more effective in its results than it has hitherto been, we shall shortly neither have an efficient Army nor a reliable Reserve Force.

Our first object should be to discover the reason for the widespread dissatisfaction among our soldiers, and want of confidence pervading the minds of those people belonging to the class from which our recruits are chiefly drawn. I cannot help thinking that Sir Percy Douglas has ascribed the general distrust to the right cause, viz., the abolition of pensions. When we consider how much the prospective advantage of pensions is coveted by all classes of the community, securing a reliable and honest performance of duty at a comparatively small cost, and that this mode of rewarding long and faithful service has been in operation for generations, it is not surprising that the abolition of this institution should have served as a severe blow to the interests of our poor soldiers, who, coming from a class of unsettled habits, have nothing to look forward to in the future, and therefore accept the low rate of military pay, in the hope of ultimately securing a pension, to preserve them from ending their days in the workhouse. It seems to be the general impression that pensions are not consistent with short Army service, followed by long service in the Reserve. To my mind the pension system is peculiarly essential to a mixed service of this kind, because, when you discharge a soldier from the Line into the Reserve, after a short service, he is obliged to take up some other means of subsistence, and in the absence of some prospective benefit accruing from his former military service,

he will not be forthcoming when wanted. Mr. Hay Hill, a gentleman of considerable experience in the labour-market, states, that the spirit of the age is opposed to pensions. Now, Sir, I deny that the people of this country are less disposed than formerly to reward long and faithful service, or that the Government employees and soldiers are less inclined to accept a moderate rate of pay, followed by this kind of reward. Mr. Hill's observations, I think, apply to the skilled operations connected with the Labour League, who wage perpetual war against capital—men who strike when their master is faced with a contract, who change their situations periodically, and have no feeling in common with their employer. There is nothing in this relation to call for a pension, and I need not say that it would be an unfortunate day for us when these conditions existed in the Army, even though it were possible to pay our soldiers according to the labour-market rate; but, returning to the operative, whether he is engaged with this master, or that, he is employed in productive industry, and the country sustains no loss. Not so with the soldier. His training is costly, and if discharged after a short period, he becomes a civilian in every sense of the word, and the money expended upon him is lost.

I cannot help thinking that, had the Army Bill in its original intention proved successful in drafting soldiers of three years' training into the civil population, without any link with the Army or Reserve, an element of discontent would have been raised up in this country that sooner or later would have proved a serious inconvenience, and of no military utility whatever. Now, we have four distinct bodies in our Army and Militia, the Line, the Army Reserve, the Militia Reserve, and the Militia. We recruit for the Line through the Militia; this I believe to be wrong. The Militia should be composed of people of a different class, with settled homes and employments. It is from the Line and Militia recruiting in the same field, that a sufficient number of men of proper physique are not procurable, and that so many desertions and frauds are practised with impunity.

When men of unsettled habits make up their mind to join the Army, they first enlist in the Militia; they receive their bounty, clothes, &c., and then desert. They sell the Government property, amounting in value to £5, for what it will fetch, and then enlist in the Line. Having succeeded so well in the first instance, they continue their migratory habits in the regular service so graphically described by Colonel Lyons, the recruiting Officer. I had 48 men walk off in one morning; a few were caught and sentenced to a fine of £2 10s., or three months' imprisonment by the civil power. By this arrangement the delinquents had a balance in their favour by the transaction. I need not say that this mode of treating desertion and theft is admirably calculated to ruin the morale of any military body. I have made a rough sketch of a plan based on the pension system, which appears simple, inexpensive, and capable of modification, to meet the requirements of the Army and Reserve. I estimate the cost of a soldier at £50 per annum. I take 35 years, that is, from the age of 18 to 54, and divide this term into four periods of service: 1st period, seven years in the Line, at £50 = £350; 2nd period, seven trainings in the Militia Reserve, at £7 per training = £49. The soldier having performed 14 years' service, would now be entitled to 6d. per day kit and rations, while training, amounting to £13 per annum, = £91. Having concluded his third term, or 21 years' service, during which time he is available for active service in any part of the world, he would be transferred to the pension establishment on 1s. per day, and be available for home defence. The sum total for 35 years' service amounts to £745, or £21 0s. per annum. Now let us compare this with long service: 21 years at £50 = £1,050; 14 years at 1s. per day, £252, total £1,302, or nearly double the amount of the short term worked out successfully. Professional jealousy has in no small measure contributed to these results. Line Officers object to give their Reserve men to the Militia, where their services would be invaluable, and Militia Officers are loath to give their best men to the Line. The Militia, under better treatment, could easily extend its recruiting, so as not to interfere with the Line, and by this means the physique of both services would be considerably improved, and the men of both forces would be forthcoming when wanted. It is by treating the Reserves in a fair and liberal spirit, that the Line will become attractive, and by suitable measures the vacancies in both would soon be filled; but professional jealousy must be laid aside, and the

Officers of both services must go hand and glove together, to encourage an interchangeable system, for, as Sir Percy Douglas remarked, "it is to the constitutional force and the Reserves, properly welded together, that we must look for the strongest fighting power that this country can produce." In the Marine corps we recruit for twelve very nearly the old system with the new. In the Marine corps we recruit for twelve and twenty-one years' service, and we have not had the slightest difficulty in getting and twenty-one years' service, and we have not had the slightest difficulty in getting recruits. The type of men we get is certainly good—they are very fair men. The standard of the Marine Artillery is a little lower than it was, but we have to recruit a much larger number of men than we had formerly. The establishment was 900 in one difficulty that we find, I suppose in common with our neighbours, namely, that there are a set of men who go from one regiment to another, who never stay in any corps long enough to look like soldiers, and who enlist merely to desert. We have no power of marking these men; the country is at their mercy, and the recruiting Officer, however careful he may be, cannot detect that they have ever been in a regiment. I think myself the cure for that would be that we should follow the example of the Roman Army, in which every soldier was marked, as described by the Lecturer. I think if every one of us on joining, were marked with the broad arrow or the Crown, it would be a perfect cure of the difficulty. I should be quite willing to submit to the operation.

It seems to me that there are too many Reserves. I think there should be only one, barring the Volunteers, whom I wish to see encouraged, and not discouraged. I think that the two lines, the fighting one and the Reserve, should be formed of the Line and the Militia. I do not see why there should be any medium between the two. It seems to me if localisation were carried out carefully, and in its first intention, the Line regiment should be recruited from the Militia, and should send back its old soldiers to the Militia. I think that they should recruit each other. Of course there is no time to enter into detail on the subject, but such a plan seems much simpler than having a Militia Reserve and Army Reserve, and Militia besides.

I should like to say one word as to our being a military country. I think the world lecturer said that we are not a military country. If any country in the world may claim to be a military country, it is, in my opinion, England. We have, I think, won more battles and lost fewer by hand than any country in the world; and when history comes to be written, I think the conquest of India, and its reconquest, and our government there, are feats not only of military but of administrative skill, which will certainly mark us as a military country.

Colonel ALCOCK, R.E. Middlesex Militia: The discussion on the last occasion turned very materially upon the labour-market, and the discussion this evening has turned very much upon the manner of procuring an efficient Reserve. I take the liberty of saying a few words, because it appears to me to be impossible by money only, to procure a sufficient force for our Army purposes under ordinary circumstances; and under extraordinary ones, such as war, you have not a sufficient Reserve. Having served in the Militia myself, I wish to give my opinion as founded upon my experience. The Militia originally was formed upon a feudal system. It was offered by the county gentlemen, and they held their appointments by property qualifications, the consequences of which were, that men would follow their Officers whom they knew perfectly, who would not move a step to go with a stranger, or to go among strangers. The system of county brigade depôts has rather modified and improved the condition with respect to going among strangers, because county men are kept a good deal together. But you have entirely done away with the feudal system; you are resting entirely upon money, and are thinking nothing of social influence and social position. Therefore, looking at the subject from a philosophical point of view, I say, for the sake of argument, you may consider the Militia as absorbed into the Line. Then in the case of war you have no efficient Reserve. The way to meet that is to raise the whole of the schools throughout the kingdom to join military training with education, and to let them all be what was called a local Militia, offered by the sons of the gentry just entering upon life—obligatory service for two, three, or

four days in the year. The consequence of that would be, that you would prepare a better Reserve. Colonel Ewart has already told you that the formation of a Reserve is a matter of considerable time. Well, you would be prepared with a better Reserve by that voluntary system than all the nations of Europe can produce for aggressive purposes by a forced enrolment of the manhood of their nations. I say that what you cannot possibly do with money, you can do by so simple and obvious a system as bringing the social influence of one class to bear upon another. The youth, and education simply means the preparation of a man for the purposes which are coming to that point in which everybody must take his part in the defence of his country; and the proper manner to enable them to do so, is by beginning with the boyhood of a nation, and you will have a Reserve which will be quite equal to competing with the manhood of the nations of the Continent, who are raised by a forced conscription, and one which they are generally very little disposed to obey.

Captain HOSSARD, R.N.: I think a very general but erroneous notion prevails that a soldier who is forced by a conscription to join the Army of his country, is a much cheaper soldier to the nation than the man who joins it voluntarily. I do not think this possible, and I have certainly gone into the subject with great care, and found the cost nearly identical.

A great error has been committed by attempting to arrive at the individual charge of each English soldier, by dividing the total annual expenditure for the British Army by the number of regular soldiers alone, that are to be found in the annual vote—this false mode of computing, made each soldier cost 100*l*. But within such gross estimate is included the amount paid to the Militia, Volunteers, Yeomanry, Pensioners, and Reserve, with every fresh investment in plant, and also addition made to our valuable accumulation of military stores, not only in England, but in all the various powerful military positions we possess in every quarter of the globe.

Dr. CAMERON, Deputy Inspector-General of Hospitals, &c.: I am one of the youngest members of this Institution, and I have certainly learnt that most novel and surprising information is to be gained by attending its meetings. I admit I had imagined, from reading the military papers of the country, and from conversations with Staff Officers and Pensioners, that the general opinion of the officials of the Army was, that there was a deficiency of recruits, and from the new I learn that so far from there being any deficiency of recruits, we have an overplus of them. I have also learnt that my eyes have deceived me. Although I have that my eyes must have deceived me excessively. Having looked at regiments with an equal deception, and that these regiments are composed of the very same kind of men who used to enlist in the service. Well, that is a very surprising piece of information, and I hope it is correct. As regards the remarks which other Officers have made, they have referred to the subject of bounty, and pensions, and long service. One gentleman favoured us with a calculation of the cost of bringing a man up to 56 years of age in the Army. Well, evidently from the tone which the discussion the abolition of long service and of pensions. I do not say much about bounty, for when you have to offer a man a bounty to take a certain situation, it is some proof that the situation cannot be a very promising one; but pensions and long here with accomplished facts. Therefore, I propose to apply myself to the first question, namely, "Whether it is possible to secure an Efficient System of Short Service and Reserve by Voluntary Enlistment?" Having devoted much consideration to the subject, I think it is possible. But to do so, we must depart altogether from

established traditions, which I need not tell you is a most difficult thing in England. We must quit the old groove, and start on an entirely new one. And to do that, successfully, the gentleman who rule those matters must be familiar with the public opinion of the barrack-room, with the opinion of the mechanics' workshop, and of the village abolitionist, and all places from which we draw our men. I took the liberty of telling Mr. Cardwell, very respectfully, that it was not for me to say who had drawn up his numerous warrants, but that whoever drew them up, though he might be a very clever civilian, he was perfectly ignorant of the public opinion of the barrack-room. They seem very nice warrants to look at, but they will not work. I propose to depart, in great measure, from the system on which the soldier has been rewarded. Accepting as accomplished facts what has been done, I say we must deal with matters as they are. To start; I should keep the period of 12 years' service. I spent the whole of last month in one of our largest garrisons, and I was there told by a medical Officer that he was enlisting men for six years' service with the colours, and six years in the Reserve, and that he was also enlisting men for twelve years' service with the colours in an infantry regiment. My friend, Dr. Adams, an authority on these matters, assures me that there must have been a mistake. That, however, is a matter of little consequence, because we are enlisting men for twelve years for the cavalry and the artillery. However, I propose to take the twelve years' service, but instead of enlisting a hard-and-fast line, I shall confine myself to saying that a man after six years' service with the colours, should be eligible for the Reserve, if he chose to go into it, and if it suits the policy of the Government at the time, to permit him to do so. I confess I put that proviso in with some little idea of baiting the hook, so that a man may not be frightened at the idea of tying himself up for twelve years. We will equip a recruit brought into barracks. I should propose to relieve him from all charges for his food. I know for a fact that this is a matter which accounts for much of the desertion that takes place among young soldiers. The recruit is told by the sergeant if he enlists he will receive bed and board and 1*l*. a-day. No sooner does he get into barracks, than he is called upon to pay 3*l*d. a-day for his groceries or small stores, and he thinks he has been done. He never was aware of that; he gets sulkily, and thinks he has been cheated, and very rapidly reconciles his conscience, if he has any of that commodity, to the idea of breaking the bargain by deserting, and he does desert. I should relieve the soldier altogether from the multiplicity of accounts. I should relieve the man from that altogether. I should give the soldier three good meals a-day, and if any circumstances, except those of field service, prevented the man from getting those rations, I should compensate him liberally for the loss of them, and should also give compensation, of course, to married men on leave. I should then alter the system of paying the soldier by the day. The men whom we should then pay by the day, are the men who are called upon to be paid by the day; they have either been paid by piece-work or by weekly wages. Therefore we should pay the soldier by the week. And as we take off the charge of 3*l*d. which amounts to 2*s*. 0*d*. a week, I should propose to take 1*l*. of his pay, and to say, "Your pay is 6*s*. a week, and your bed and board." That would be an addition to his present pay of 1*l*. 0*d*. Considering the state of the labour-market, nobody can possibly complain of this addition. Then there is this to be borne in mind, that the soldier must keep up his kit, and keeping up a kit in these days, with camp life and autumn manoeuvres, is a very different affair from what it was in the days of country quarters and company detachments. The soldier is now called upon to encounter in peace a great many of the hardships that he used to consider peculiar to the state of war. Graphic descriptions of the men floundering through the mud may be very amusing, and so may pictures of the same in the *Illustrated London News* for ladies to look at in their drawing-rooms; yet it is anything but a laughing matter to the poor fellows who have to do it. Their clothes are destroyed. With regard to these clothes, I wish to make a statement, which is, that the clothing now issued from the central establishment at Fimlipo, is not nearly equal to that issued under the old system of what we called the Tailor Colonels. The Tailor Colonels were one of those peculiar anomalies of which there are plenty in the British Constitution, but, for all that, it worked admirably; for anybody who is acquainted with old soldiers who have lived long enough to try both systems, will know that two of the old brick-dust looking

coats were, for wear and warmth, equal to three of the coats issued now. I allude to that on account of the additional expense which has been entailed upon the soldier. Soldiers were my earliest playmates, and I have spent my life among them, and, as any medical soldier who does his duty, ought to be the soldier's friend and confidant, I flatter myself I have always been so, and I claim to know as much about soldiers as any man living. Now, I was talking to an old respectable soldier of nineteen years' service during last month, and he told me that, in former days, such a thing as a soldier's buying hats of linnen and cleaning drags was almost unknown; but that now they are constantly obliged to spend small sums upon these matters in order to keep their things decent. The soldier only gets one pair of cloth trousers his boots in order, will cost a very economical man as much as 4*l.* a-day. It would be no objection to increasing the soldier's pay by 12*l.* a-week. I should then give him 10*l.* additional pay; I should do away with so-called good-conduct pay altogether, and served six years; then I should give him another shilling a-week until he has his Officers are very much underpaid. This is a matter of the highest importance. Everybody knows it is exceedingly difficult very often to get men to take to the 2*l.* 6*l.*; colour-sergeants, 3*l.*; staff-sergeants, 3*l.* 6*l.*; and to sergeant-majors, who are some of the worst-paid men in the service, 5*l.*. Now, to provide for the man on his discharge. The system I propose is this. I should establish in every regiment a fund in the service a yearly discharge fund. That is, on the 1st January, 1874, I should have opened in the regimental savings-bank ledger an account headed "Discharge Fund of 1874." To this fund I should credit 2*l.* a-day for every man who joined in 1874, and to that fund also I should credit all the fines levied upon the members of the fund, and I should substitute fines, as much as possible, for other punishments. Instead of sending men to prison and leaving others to do their duty, I should fine them to the utmost possible extent, and add the fines to the fund of the year in which the man had joined. On the 31st December in each year, I should should publish a statement of the fund in the regimental orders. Thus, in the 1874. Assuming that there stood to its credit on the 31st December the sum of £100, and there were forty men to partake in it, the share of each man would be each man's pocket-ledger, I should then credit the sum of £2 10*l.*, as his share of the fund. Of course the first year would necessarily be a broken one, because men would enlist at different periods, and their daily twopenny must all be put together and equally divided at the end, and in this way the youngest recruit at the close of the very first year of his service would find to his surprise—probably he had never owned 5*l.*, or at least certainly not a whole sovereign in his life before—that he had money in the bank which had got there without any exertion on his part; in fact, that he was already a man, in a small way, of property. Each succeeding year, every man to his share of the fines levied upon the members of the fund, and also his share in the casualties arising from deaths and desertions or retirements. These funds should then go on, year by year, until the close of the eleventh year, because as soon as the twelfth year comes, men would be discharged from time to time. Therefore on the 31st of December, at the close of the eleventh year, I should close the fund finally, and allot the money to those men of 1874 who were still on the rolls of the regiment, be they many or few. If there was only a single man remaining, the whole accumulated fund should be his. The fund should be finally closed, and the money should be considered the man's property, and handed over to his heirs in case he died between that period and the time when he could claim his discharge. As each man's day of discharge comes, hand his share of the fund to him. If he was a notorious character, such as could not possibly be trusted with the disposal of a large sum of money, then Government should have the

power to purchase an annuity for him. It requires some calculation to realise what sums men might possibly obtain. Multiply £3 0*l.* 10*l.* by eleven years, and you have a sum of between £30 and £40, and adding to that the compound interest, you will perceive the recruiting sergeant can tell the man with perfect truth that at the end of the comparatively short period of twelve years, when he would be a young man, and not more than 32 at the outside, he would be safe to have forty guineas in his pocket. Forty guineas, I hope, to most of the gentlemen I have the honour of addressing is comparatively a very moderate sum indeed, but to a man in the situation of most of our recruits it is an almost fabulous sum. Such men have never possessed in all probability £5 together in their lives, and the sum of forty guineas handed to a man would enable him either to emigrate successfully, or to set up in a small business, or to do fifty things. It would send him home to his friends at any rate favourably impressed towards the service from which he derived his benefits. But very much larger sums than that might be obtained. I went to the actuary of the insurance society in which I am insured, and got him to turn up some tables and calculate the percentage of deaths, and considering the changes and chances of an English soldier, serving, as he does, all over the world, military mortality far exceeds that of civil life at the same age. Supposing a regiment enlists one hundred men in one year. I see that last week's military papers mention a regiment coming home now which will require 200 recruits, and I knew one myself a few years ago that enlisted 300 men in one year. Supposing a regiment enlists 100 men this year; you have then a discharge fund of 1874 which starts with an income of over £300 a-year to be accumulated at compound interest for eleven years. That is capable of amounting to a very large sum. What would prevent any single man out of that company becoming the sole possessor of that treasure? Such a thing is quite on the cards. Suppose the regiment meets with another "Birkenhead" or *Balaclava*, it will go very far to realise it. Mortality prevailed to a very great extent in the colony where I served. A company was sent to a very nice-looking station—certainly it was a good many years ago, and at the end of the month there was one Commissioned Officer and three privates left out of them. So late as 1824, 113 Europeans died of fever out of 420 men in two garrisons in Ceylon. That is an extraordinary mortality, but such casualties as the "Birkenhead" and *Balaclava*, and many others may be met with any day. For instance, we might read and pass over without surprise, an announcement in the newspapers that at Peshawar there had been a violent outbreak of cholera, and 40 men had been carried off. That, of course, would tend to benefit the survivors. Now, however, our soldiers are called upon to enlist and to give us the flower of their life without deriving the slightest benefit. Our men have gone out to the Gulf Coast. What advantage would it be to any man to come home the last survivor of his corps? There was a man in my own regiment who came home covered with medals and clasps, having gone through all the battles in Upper India and so forth—some of eight survivors of those who embarked with the colours twenty years previously. What was his fate? He was discharged on a pension of 8*l.* a-day. What impression of the service did that man give? He must have become a burden upon the rates, and would only serve as a lesson in his native village to warn young men who might possibly think of going to be soldiers. We experience great difficulty in obtaining recruits for the Royal Artillery. Now in a corps like the Royal Artillery the discharge fund of each year would amount to a very large sum, and as each man thinks every one mortal but himself, the men, instead of having nothing, as they have now, to look forward to but a distant prospect of getting an additional penny a-day if they can contrive to pursue a path of unenviable military recitade for two years, each man would cherish the hope of being one of the few fortunate survivors of his year. At present men will tell you that they do not like the service, because there is no chance for a man in it. I have taken as a sort of jury upon this plan the Corps of Commissioners in London, who must be the best judges on these subjects. I have submitted the details to them, and they have met with their approval. With regard to this particular point of pensions, a friend who took great interest in the matter told me he had been speaking to an Officer of considerable service, a cavalry Major, who told him he himself had no faith in anything but the restoration of the shilling a-day pension. I submitted that to my friends, the Commissioners, and what was their

answer? "Oh, that gentleman knew nothing about it. What is a shilling a-day when you get it? You have to wait 21 years for it. At the end of that time you cannot work. What can you do on a shilling a-day? No, it is infinitely better to give the man the chance of getting a good sum of money when he is a young man, and the man would infinitely prefer it." On the system I have advanced for your consideration, no soldier could possibly leave the Army without being to a certain extent provided for. No man could go away and say he has not had a chance in life. That system would also put a stop to the very painful sight of men who have been hurt early in the service and discharged, because I should provide that a soldier disabled in action should carry away with him from his regiment the sum that was had credited to him on the previous 31st December. It would be impossible to extend that provision to men disabled by sickness, because that would open the door to all sorts of imposture. There can be no mistake about a man who gets a limb badly broken in action. About three years ago, at Brecon, riding in the very heart of the recruiting ground of the Welsh Fusiliers, who were then in that district, I stumbled upon a fine young man with the 23rd coat upon him sitting by the roadside ready to receive anything I might give him. I pulled up sharp, and asked what brought him there? He said, "I am a poor fellow who has got a bad leg from a wound, and I cannot do anything." I said, "You look very well; what is the matter with your leg?" "Oh," he said, "I have had a piece of bone come right out," and he pulled up his trousers, and I saw it was so. He said, "I cannot do anything." I said to him, "What did you get?" "Sixpence a-day for two years, and my leg does not get any better, and I can do nothing." I said, "What are you doing here?" "Well," he said, "the old regiment is coming up here; I was waiting to see if I could get something from them." I patted the man very much, and gave him half-a-crown and rode on. In the same way I have met soldiers repeatedly. I met a man in 1873 who had served eight years, and got his eye destroyed with ophthalmia at the Cape, and was discharged with sixpence a-day. This system that I have sketched out would put a stop to all that. No man could complain that he was left penniless, or had not had his chance, and many men might get considerable sums of money. At the end of the 11th year, when the fund was closed, if the men continued to serve we should give them the twopence a-day till their time expired, which would make the pay 8s. 2d. a-week. If men who had completed 12 years' service chose to re-enlist for nine years more, I should certainly take them, if they were medically fit and of good character, but not otherwise. They would then be entitled to a pension, for under the present system a pension is not absolutely abrogated. A man may get permission to re-enlist and serve 21 years, and then get a pension. In that event I would give a private a shilling a-day pension, and the other ranks a fixed sum in like proportion. I think we should endeavour to get a better status of society for our soldiers. We have heard of the comforts of the barracks, but the real state of things is very different. We are enlisting the very scum of society. A private artilleryman at Woolwich has recently depicted the state of society in his barrack-room, and pointed out that so respectable a family would think of allowing their son to join in an atmosphere of such pollution and vice. I have heard the same thing repeated, and have been told by men that others join the regiment with whom they cannot sit at the fireside, their obscenity and filth are so outrageous. I say we should endeavour to get a different class of men into our Army, and to do that, the Government should pledge itself to give the soldier who has served with a good character, a preferential claim for all manner of civil employments. If the regulations said that a soldier when he was discharged with a good character should have a preferential claim for all minor civil employments, such as in the police, railway staff, Government porters and messengers, it would act much more powerfully in bringing respectable men into our ranks than a pension would, because it would ensure them respectable civil employment for all their days. You may have noticed in the papers that a short time ago 22 postmen were wanted at salaries of 18s. or 21s. a-week, and they were to be examined. Well, the Commissioners were rather surprised to find a thousand well-dressed, respectable-looking young men attending and requesting to be examined. That may give one an idea that if respectable civil employment were to be secured to men who had rendered a certain service to their

country it would be a great advantage. We have abundant means for it. There is no country in the world that has such a number of these rewards at its disposal as England. Still further, I should abrogate the present unsatisfactory system of bestowing commissions from the ranks, and should set aside a certain number of first commissions every year to be competed for by soldiers who had served three years with unblemished character, and men of strictly temperate habits. I should have these commissions competed for by papers, on the system adopted by the Staff College, of course with a degree of qualification suited to the class of people who are to compete for them, and who should be afforded every facility for qualifying themselves at our schools. Of course you would not expect these men to know conic sections, and all those things with which young men are now adding their imperfectly developed and unformed brains in these competitive examinations. I have known repeated instances in which people's heads have been quite destroyed, young lads who have been maddening their souls out over these things; of course you could not expect that. You would expect military qualification, and you would get a class of men into the service who would be fitted for it.

Col. LYONS: With the permission of the Chairman, there is a matter I wish to explain as there appears to be some misunderstanding. It is as to the term of enlistment of recruits. I have been Inspecting Field Officer in London for the last three years, and am fully conversant with all the orders and regulations and so forth with respect to the recruiting. The periods are these: for the cavalry of the line, recruits are enlisted for 12 years; for the Royal Artillery, 12 years; for the Royal Engineers, 12 years; nothing to do with the Reserve up to the present. For the infantry of the line recruits are enlisted for six years with the regiment and six years in the Army Reserve, with the exception of boys, who are in all cases enlisted for 12 years. A warrant came out about April or May last to the effect that men would be authorised to be enlisted for 12 years in such numbers as from time to time should be directed by the Adjutant-General. From that time to the present no order has been received by me in London to enlist men for infantry at the 12 years.

General Sir WM. COCHRAN: There certainly is nothing so important to the Army as the first enlistment of the recruit, to obtain him with his physique not requiring hospital treatment, to be able to do duty as soon as he has done his drill. Every Officer who has been in the Army knows that this is most important. Those who were in India during the mutiny, or in the Crimea, found that young recruits came out, you might reckon on one-third or one-half, not doing their duty during that Indian mutiny, or not going down to the trenches when they came before Sebastopol; many of them as soon as they were brought up went into hospital. Just trace the effect, which the Lecturer will know perfectly well—they go out from home, they have to be put into hospital, and other people have the care of them, either in hospital on shore, or in the hospital ship. They are then sent away, have to go back to England perhaps 2,000 miles, at an enormous expense to the country, taking the place of the really good men that you ought to have enlisted at first. It must therefore be perfectly clear, that in the first enlistment the *physique* of the man is one of the most important things we have to deal with. Something was mentioned just now, I think as a quotation, about our not being a military nation. That expression, I believe, comes from the celebrated historian of the Peninsular war, that we were a warlike, but not a military nation, merely meaning that we had all a tendency to fighting and to war, but that we had not the organization which perhaps other nations have; but I do not think it was intended to represent that we were not a good soldier-like nation, when it came to the push. I think the instance Dr. Cameron mentioned about it costing the soldier fourpence a-day to keep up his kit must be a mistake. I think that must be fourpence a-week; but that is a very minor point. The first point put down for discussion is, "Can a perfectly efficient System of Short Service and Reserve be secured by Voluntary Enlistment?" It is a sheer question of money. It is so, not only in the Army but in every class of life; if you ensure a man being paid by an engagement for twenty years with a pension, we know very well that he can do with less money than if you only hire him for a week or a fortnight. The same principle applies to short service. If you pay the soldier up to the price of the labour-market, I will be bound to say you will get

men in England as you get them before. I remember the Secretary for War of the day said, on the question of a conscription—"No, we will not have a conscription, "we would rather pay for the labour we require." Now, if we did pay for the labour we require, we should get the men, but we do not pay at all up to the labour market; and as long as you do not pay up to the labour-market, what is to induce a man to become a soldier? He does not get his pension, he is put in a barrack-room, he has to give up his liberty; half the Army is in India, which means banishment from his friends; there are many disadvantages to be considered, and the man's father and mother, particularly in the country, think twice before they will allow him to enlist. There is no doubt, if you require men and it is a matter of importance to get them, you must pay for them; if you choose to insist upon short service without pension, you can get men if you pay more for them. The other question is—"Supposing short service and a Reserve impracticable, what schemes of continuous service and pension are likely to be successful?" What schemes of continuous service and pension are likely to be successful? I really do not know, except this, that we have known the time when there was an attachment to the service, when the men entered a regiment and remained in it as their home, until they were discharged and got their pension. That shilling-a-day undoubtedly prevented a man starting; he was enabled to live in his parish in the country, and was not pointed out as being in positive distress. Taking that away and giving comparatively no equivalent, you certainly do not attract the men, and I rather apprehend, the class of men that you get, is not equal to those who formerly enlisted for permanent service. I believe that is the tendency of the lecture, that you get an unformed young lad who is of no service to you for some time; whereas in former days you were more able to pick your men. I think, if the Army is to be a profession, with regiments localized, we ought to have no recruiting parties at all; the men ought to come to us, instead of our going to them. There are regiments in the service at this moment, namely, the Household Cavalry, which never have recruiting parties—and why? Because there is such a demand for the situation, why or wherefore I do not know, that they always have men on their lists; and if a man misbehaves, they say, "We do not want your service any more," and they get another in his place. The Officers in the Army will be exceedingly glad if the Army were so well paid, or its advantages were so great that we could imitate that system, and we could do as other employers of labour do, namely, that the different head-quarters, particularly the depot centres, should be the local establishments for recruiting, so that you would be able to say, "here is the centre, you must come to us," and when a man comes to you, whom you do not know as of good character, do not take him; that would be the best way to get good men in the Army, and if you pay them well, I believe there are plenty of men in this country who would make you very good soldiers yet.

Major WETZELER, PAYMASTER R.A.: I think those gentlemen who have taken part in the discussion, as well as the Lecturer, so far concur in saying that the Short Service Act has not been a success, but a disappointment. There is one point, I think, which has not been very much noticed, and that is, with regard to the way in which the recruits are taken. It is admitted that about 60 per cent. of the recruits we raise, are under 18 years of age, possibly a large majority are not more than 17 years of age. We take these men into the regular Army from 17 up to 23, and at the very time they become effective soldiers, we turn them out of the effective Army, and hand them over to the Reserve. It is well known to all military men, that no soldier is so effective as a man who has been about ten or eleven years with the colours, providing he is a trustworthy, steady man; and if we are to take men for the whole system. A great deal has been said about the matter being merely a make over bill for the material we want, we should get that material, provided we pay the price for it. But when we come into the labour-market, we must remember that the soldier is a distinctly separate class from every other. An employer goes there and finds a labourer fit to perform the work he requires, pays him his price, and that labourer enters into an engagement with him. After he has served his en-

ployer, he is in a better position to go and seek employment elsewhere; but we go into the labour-market and buy the rough material. It really is not of so much consequence what we pay, the great expense is in the education of that material. It takes two or three years to make a man a soldier, he then becomes of great value to us, and it is not so much a consideration what we have to pay him, but how, when we have gone to this great expense, we are to retain him as a contented member of the service. There must be the advantage of progress in his position, and we must hold out some hope of advancement. I think it is very important, that the man should have something to look forward to, he should be assured that, when he is worn out in our service, he will have a certainty to fall back upon. The pension, certainly, will cause a man to cling to the service, and it has always been an inducement to good conduct, because a man increased his pension by his continued good conduct. I am sure, if any suggestion thrown out at this lecture can be beaten into shape, we shall confer a great benefit upon the State. So far, I have not heard of any proposal which appears to me to answer all the purposes. I have no doubt a committee, quietly discussing the matter, would be much more likely to arrive at some satisfactory conclusion as to the best scheme to adopt.

I cannot say that I agree with any proposal that I have heard. I do not think it is a wise plan to lay by a certain sum daily, and to accumulate a fund, so that the men will be able to get a certain sum when they leave. We should have to look after them, to see that the men were provident with it, because, in nine cases out of ten, the money would be thrown away. Then, again, we want to keep those men in this country. If you take a soldier after fifteen years' service, and give him a lump sum of money, that man would not be fit for employment in this country; he would simply take his money and go off to America, and so we should be losing the very man we want to retain. If the man has a pension, and can look forward to an increase, by good conduct, he remains in the country, and we have him to fall back upon; therefore, I think it is much better that a man should be able to look forward to a pension than to a bonus sum, created by a daily increase of reserved pay. The great thing is to hold out inducements to soldiers, and we should increase the advantages appertaining to the commissioned Officers, for, otherwise, I do not think we should hold out certain commissions for those men to compete for. Of course, in that case, we must raise the pay of the Commissioned Officers, for, otherwise, I do not think the advantages appertaining to the commissioned rank would induce a man to enter into the service. If we were to open up more positions to them, it would be an advantage. With regard to the subject of fines, I think they may be carried beyond a prudent limit. I do not think it is wise to create fines in all directions. The men will get dissatisfied, and desert. No doubt desertion at present is very rife, and it is a pity that we have departed from the custom of branding the deserter. A man who deserts, deserves to be branded, and I do not see why we should be so delicate about it. I think we shall not benefit much unless some committee of practical Officers is appointed to consider the whole subject. No doubt, if some scheme can be proposed on the basis of short service, it will be a very great advantage as regards the creation of an efficient reserve.

Dr. ABAMS: In reply, I wish to point out with reference to the supposed defect referred to by Sir Percy Douglas, with regard to the table of the nationality of recruits raised in the United Kingdom, in 1872, and in 1890, that the numbers furnished by Dr. Barclay, Army Medical Department, are produced merely to illustrate the statement in the lecture, "that the supplies of Irish recruits have much deteriorated of late years;" the data, therefore, are altogether disconnected with "rejections," which have no bearing on the point under consideration. The same observation is applicable to my statement, of having examined 25,000 men, and recruited 17,000 into the Army, this being advanced merely to show my experience of the passage of the recruits inspected by me during the last two and a-half years. The table showing the minimum heights of the British, German, and French soldiers, was compiled from official data in the War Office, the French being taken from a late report on the Reform of the French Army, translated by Major Home, R.E., and the German data were furnished by Captain Cooke, who, being present, can vouch for their accuracy. It should be understood, however, that although the minimum height in the German Army is as low as 61.8 inches, this does not imply that the figure is to be

considered in any other light than showing the lowest possible standard of height admissible, indeed, unless during great emergencies, the probability is, that not ten men are taken annually of this low standard—the usual minimum height standard in peace time being 63 inches, and that even is believed to be exceptional, and requires an otherwise unusual good physique, to which the Germans pay the greatest attention in the selection of soldiers, as they do to all military details. It is therefore absurd to compare minimum standards of height without taking the age into account, seeing that our lowest age is 17 or 18, and that of the conscript 20, the former being a lad, and the latter a matured man. With reference to the figures 6 and 68, representing the ratio per 1000 of colonists who enlist in their own country or in the home Army, or even half-castes; for instance I examined lately a magnificent man, whose grandfathers was a Maori. The table showing the comparative heights of recruits raised in 1845 and 1873 is furnished altogether with the view of showing the large number under 5 feet 6 inches in height who enlist now, as compared with thirty years ago. It was taken from returns in my office, and I believe it to be under the mark as regards the entire force. One gentleman inquired whether the falling off in the physique of the linesman was not a sign of a deterioration of race. My opinion is that this is not so, and that the loss of the Irish element, and the high rate of wages and demand in the labour-market, have required a corresponding reduction in the standard of height, and other physical requirements, so that recruits have to be taken from a lower physical stratum, which abounds with inefficient men of poor physique.

Colonel Ewart has said that the physique of the soldier is as good now as it used to be, but in this opinion I cannot agree with him, and the tables just described, together with the general opinion of all competent observers, show that there has been a regular and decided falling off, which had been gradually increasing of late years. The experience of the recruiting district in London is great, as it furnishes about one-third of the entire annual supplies of recruits for the whole Army; indeed, one has only to look at the infantry soldier now and think what he was thirty years since, to feel convinced that there is deterioration in his physique, for which a remedy has been indicated. Captain Rogers is mistaken in supposing that I said that no recruit should be taken under 5 feet 7 inches in height, the idea being that only promising men should be accepted who would come up to this standard at the prime of life. I am not averse to accepting recruits of low stature so much as improve afterwards; to wit, the wretched undergrowth of cities. I agree with Dr. Cameron and others, that not only the pay, but the position of the non-commissioned staff may be improved, with the object of inducing a superior class of tradesman and the like to enlist. I also perfectly agree with all the valuable opinions and suggestions that have fallen from Sir William Cullington, which, although it may not indicate any particular scheme for recruiting and the formation of a Reserve, there can be little doubt that it has fully established the necessity for remedial measures.

**THE CHAIRMAN:** Before we part I have a very few remarks to make. The first is to the effect that there seems very little doubt that we are all of opinion that it is a simple matter of pounds, shillings, and pence, as to the solution of this great difficulty in getting efficient recruits. I think we are also very nearly, if not entirely, unanimous upon this, that the best way of employing the money of the country is by applying it to pensions. The discussion has been very ample, and the subject pretty well exhausted, and I only hope that it may be turned to good account. It only remains for me to propose a vote of thanks to Dr. Adams for the very able lecture that he has given us upon a subject of such deep interest to the Army generally.

*Dr. E. A. Parkes F.R.S.  
with the Author's kind regards*

(Separatdruck aus Heft 8 der Deutschen Militairärztlichen Zeitschrift.)

#### Der seit 1869 in der englischen Armee eingeführte Tornister.

Von

Dr. Benso Créé, Assistenzarzt im Königl. Sächs. Sanitäts-Corps.

Bei der ausserordentlichen Wichtigkeit, welche die Art des Gepäcktragens für die Kriegstüchtigkeit aller Armeen hat, besonders für die der Jetztzeit, wo bei grösserer Marschdauer und Geschwindigkeit eine fortwährende Zunahme des Gewichts des Gepäcks durch Mitnahme von mehr und mehr Munition stattgefunden hat, ist es gewiss gerechtfertigt, die Aufmerksamkeit dringend auf einen Tornister zu lenken, der allen an ihn zu stellenden Anforderungen in weit höherem Maasse entspricht, als der bei uns eingeführte. Es ist dies der neue englische Tornister, welcher, wenn auch in manchen Detailverhältnissen verbesserungsfähig, jedenfalls im Principe ganz ausgezeichnet ist. Die Geschichte seiner Entstehung ist ganz kurz folgende:

Im Anfange des Jahres 1868 hatte sich die Commission, welche zur Untersuchung der Zweckmässigkeit der damals vorschiffmässigen Art des Gepäcktragens bei der Infanterie eingesetzt war, nach Versuchen mit vielen verschiedenen Modellen, einstimmig für Annahme resp. zunächst für Versuche in grösserem Maasstabe des hier zu besprechenden Tornisters ausgesprochen. Die Commission war zusammengesetzt aus Henry Eyre, Generalleutnant, als Präsident, R. Rumley, Generalmajor, A. H. Horsford, Generalmajor, T. G. Logan, Generalstabarzt und E. A. Parkes, Professor der Gesundheitslehre an der militairärztlichen Bildungsanstalt zu Netley; nach ihrem Vorschlage wurden 1000 Stück dieser Probe vom 11. November 1868 angefertigt und an 23 verschiedene Regimenter zu Versuchen und zur Begutachtung vertheilt. Michaelis 1869 gingen die Berichte ein und sprachen sich 22 Abtheilungen unbedingt für Annahme, nur das 92. Hochländer Regiment, dessen Tornister schon vorher ungleich besser war, als der der anderen Regimenter, sprach sich dagegen aus. November 1868 erschien der 4. Bericht der Commission, welcher speciell von dem Tornister handelt und dringend die Einführung desselben empfiehlt, die denn auch seit 1869 ungefähr dem Abgange an alten Exemplaren entsprechend allmählig erfolgt. Alle Detailverhältnisse des Tornisters, ganz besonders sein Aufhängungsprincip, erscheint der Commission tadelloß. Sie läugnet zwar nicht, dass das Einzelne von mehreren Truppenabtheilungen gegen denselben hervorgehoben wurde, dass er nämlich in Folge der Befestigung der vorderen Riemen durch Schnallen anstatt durch Haken nicht rasch und leicht genug auf- und abzunehmen sei, allerdings ein geringer Nachtheil sei, meint aber, dass diese Complicirtheit durch die grössere

Sicherheit der Befestigung durch Schnallen vollständig aufgewogen werden. Ihre Auseinandersetzungen gipfeln in folgenden Worten: „Nach mehrjährigen Erfahrungen und Versuchen mit einer grossen Zahl von Modellen glaubt die Commission die beste und vielleicht die einzige Art und Weise gefunden zu haben, auf welche der Soldat sein Gepäck so trägt, dass die Brust vollkommen frei ist und keinerlei Druck auf irgend welche wichtige Theile ausgeübt wird. Sie hat in ihren früheren Berichten schon ansehnlich die Gründe auseinandergesetzt, welche es notwendig machen, den Tornister tiefer unten am Rumpfe anzubringen und die starken Hüft- und Kreuzbeinknochen zur Unterstüftung des Gewichtes zu benutzen, was andernfalls grösstentheils von der Brust aus geschieht. Die obenwähnten Versuche beweisen auf das Klarste die Richtigkeit ihrer Ansicht.“

Verf. dieses sah den Tornister zuerst bei einigen wenigen Bataillonen im Januar d. J. in London, seine Details demonstirte ihm Prof. Parkes in Netley und in der Anwendung konnte er ihn im Lager von Aldershot beurtheilen. Alle Unterofficiere und Mannschaften, welche er daselbst über denselben befragte, äusserten sich einstimmig dahin, dass die neue Probe bedeutend leichter zu tragen sei, dass sie mit derselben noch einmal so weit marschiren könnten und dass die Bewegung der Arme eine viel freiere sei; allerdings sei auch das Auf- und Abnehmen desselben in Folge der Befestigungsart des Riemenzeuges etwas schwieriger, als bei dem alten Tornister, der, beiläufig bemerkt, fast genau die Construction des unsrigen hat. Durch die Freundlichkeit eines englischen Officiers war es Verf. möglich, sich in den Besitz eines neuen probemässigen Tornisters zu setzen, der direct von der Kammer für den für englische Verhältnisse ausserordentlich billigen Preis von 5 Thalern abgelassen worden war; derselbe ist nach der für die Rifle Brigade (Schützen-Brigade) gültigen Vorschrift mit schwarzem Lederzeug versehen, während der der Infanterie genau ebenso ist und nur weisses Lederzeug hat.

Die so sehr günstigen Erfahrungen, welche erst die Commission, dann die 22 Truppenabtheilungen und jetzt schon viele Bataillone gemacht haben, und die ich mir persönlich von Letzten die den Tornister oft getragen hatten, bestätigen lassen konnte, haben sich auch bei uns schon bewahrheitet. Nach meiner Rückkehr aus England nämlich gestattete bereitwilligst der Chef der I. Compagnie des Schützen- (Füsilier-) Regiments Prinz Georg Nr. 108, dass Unterofficiere und Mannschaften mit dem englischen Tornister im Compagniedienst aussprechen dürften. Von einer Reihe Leute ist derselbe zum Exerciren und auf Feldmärschen getragen worden, und das Urtheil Aller ist genau dasselbe der obenwähnten englischen Soldaten.

Diese so ausserordentlich günstigen, practischen Erfahrungen bestätigen sich vom theoretischen Standpunkte aus vollkommen.

Die Stütze des Rumpfes bildet die Wirbelsäule, an dieser sind die Knochengruppen befestigt, welche beim Tragen einer Last in Betracht kommen. Oben verrichten dies die Knochengruppen, welche den Schultergürtel, weiter unten die, welche den Beckengürtel bilden; erstere sind beweglich, letztere unbeweglich mit der Wirbelsäule vereinigt. Für die Schwere eines auf die Schultern wirkenden Gewichtes ist es von Bedeutung, in welcher Entfernung vom Unterstützungspunkte und mit welcher Fläche die Last aufliegt und zwar trägt sich die Last nach bekannten Sätzen um so leichter, je näher am Unter-

stützungspunkte und mit je breiterer Fläche sie anfasst. Wie aus Figur II. ersichtlich, stellt sich hierin ein wesentlicher Unterschied zwischen dem englischen und deutschen Tornister heraus, ersterer liegt mehr nach der Mittellinie zu auf und in Folge der starken Verbreiterung der Riemen auf grosserer Fläche. Schon hierdurch allein ist eine an den Schultern aufgehängte Last leichter zu tragen. Von besonderer Wichtigkeit ist aber der geringere Druck auf den Brustkorb noch dadurch, dass das Athmen nicht belästigt wird. Weit wichtiger ist jedoch das zweite Moment des englischen Principes. Der grösste Theil des Gewichtes wird den Schultern abgenommen und auf die anderen, weit stärkeren Unterstützungsfächen am Rumpfe verlegt, nämlich auf die Hüftbeinkämme und das nach hinten ausgebogene Kreuzbein. Durch den Riemen 3, Figur L, wird der Tornister auf diese Theile festliegend erhalten, so dass ein Druck auf die Muskeln des Gesässes und damit eine Behinderung des Ganges ausgeschlossen bleibt, ebensowenig ein Anschlagen und Abklappen beim Laufschrift entstehen kann. Da die Wände des Tornisters weich sind, so schmiegt er sich mehr den Körperformen an und wird nirgends Druck verursachen. Theorie und Praxis stimmen also darin überein, dass eine Last, in dieser Weise aufgehoben, unendlich viel leichter zu tragen ist, die Brust kaum belästigt und den Armen und Schulterblättern einen grossen Spielraum der Bewegung gestattet.

Bei unserem jetzigen Tornister ruht die Last allein auf den Schultern und wie belästigend dies für den Soldaten ist, davon kann man sich bei jedem grösseren Feldmarsche überzeugen. Der Soldat sucht die ihm bald unbecomn werdende Lage zu ändern, er hängt die Riemen vorn aus und lässt den Tornister herunterrutschen, dadurch werden die Schultern nach hinten gezogen und der untere Rand des Tornisters schneidet in den Rücken ein, der Mann zieht ihn deshalb bald wieder in die Höhe und findet Erleichterung nur in der fortwährenden Abwechslung des Tragens.

Einer Last, die auf dem Rücken getragen werden muss, den Stützpunkt im Hüftbein und Kreuzbein zu geben, ist übrigens gar nichts Neues; Marktweiber, Dienstmädchen, Lastträger etc. befolgen dieses Princip wohl schon seit den ältesten Zeiten.

Der englische Tornister wiegt leer mit allem Lederzeug 1325 Gramm, der deutsche 1650, ist also um 325 Gr., gewiss nicht unbedeutend, schwerer als ersterer; er hat, wie schon gesagt, weiche Wände, deren Material an den schmalen Seiten Leder, an den grossen sehr starkes, festes Wachsegeleuch ist, welches von grosser Dauerhaftigkeit sein soll und im Falle eines Defectes nur neu lackirt zu werden braucht. Ob in Bezug auf Widerstandsfähigkeit nicht doch unserem Kalbfell der Vorrang gebührt, lasse ich dahingestellt, möchte es aber fast annehmen. Eine genaue Beschreibung der Anordnung des Riemenzeuges halte ich für unnötig, da dieselbe aus den Abbildungen, glaube ich, wohl ganz ersichtlich ist. Die Complicirtheit desselben, die auch viele englische Berichte hervorheben, lässt sich nicht läugnen, doch würde dies wohl leicht zu ändern sein. So könnte dem erschwerenden Auf- und Abnehmen, welches darin seinen Grund hat, dass der Riemen 1 verhältnissmässig knapp um die Schulter liegt und deshalb schwer herübergleitet und dass der Riemen 2 um das Koppel herumgeführt und dann angeschnallt wird, dadurch abgeholfen werden, dass Riemen 1 durch einen Haken in den Messingring und Riemen 2



durch einen Haken in eine flache, am Koppel befestigte Oese eingehängt wird. Nach Öffnen der Haken würde der Tornister hinten herunterfallen, beim Aufnehmen würde man an dem Ende des Riemens 1 anfassen, ihn über den Rücken schwenken und dann einhängen. Die 4 dann notwendigen Griffe scheinen mir leicht, einfach und schnell ausführbar zu sein. Die über den Rücken laufenden gekreuzten Riemen sind um einen Messingknopf beweglich und bilden je nach der Grösse des Mannes verschiedene Winkel. An 4 durch die punktirten Linien angegebenen Stellen sind Lederstücke derartig untergenäht, dass 2 Riemen hindurchgezogen werden können, in die der viereckig zusammengelegte Mantel eingeschmalt wird. Hierdurch ist jede Variation im Tragen desselben ausgeschlossen und insbesondere die vom hygienischen Standpunkte durchaus zu verwerfende Belastung des an und für sich schon genügend schweren Tornisters mit dem Mantel beseitigt. Um Letzteren vor Nässe zu schützen, wäre es vielleicht praktisch, ihn in eine Kappe von wasserdichten Zeug zu stecken, die eventuell auch an den Mantel angeknöpft und als Kapuze oder als wasserdichte Unterlage dienen könnte. Das Kochgeschirr wird hinten auf dem Tornister getragen — es entsteht dadurch ein grosser Durchmesser des Mannes von vorn nach hinten, was vielleicht beim Marschiren in eng aufgeschlossenen Gliedern störend sein könnte, weshalb es sich empfiehlt, dasselbe auf dem Mantel oder, wenn dieser angezogen ist, über dem Tornister zu tragen. Der Tornister kann mit den Riemen 2 und 3 von dem oberen Theile ganz abgenommen werden, wodurch es möglich wird, allein mit Mantel und Kochgeschirr auszurücken. An den schmalen Seiten des Tornisters ist noch eine Schnalle angebracht, um in einem besonderen Falle daran noch Etwas zu befestigen. Innen ist er durch Leinwandwände in mehrere Abtheilungen getheilt und hat an einer schmalen Seite eine steife Ledertasche für die Patzflasche. Er bietet mehr Raum als der unserige und vollkommen gepackt ist er durchaus nicht überfüllt.

Nach dieser kurzen Darstellung hoffe ich werden alle Leser mit mir darin übereinstimmen, dass der englische Tornister unleugbare, grosse Vortheile besitzt und dass, wenn auch einige Verbesserungen in seinen Detailverhältnissen zweckmässig wären, die Einführung seines Princips in die deutsche Armee, deren Leistungsfähigkeit um ein nicht ganz Unbedeutendes noch erhöhen würde.

Schliesslich erkläre ich mich gern bereit, den in meinem Besitz befindlichen, englischen, probemässigen Tornister allen den Herren Kameraden zum Besichtigen und zum Versuchen zuzusenden, welche sich dafür interessieren und sich deshalb an mich wenden wollten.



Fig. I.



Fig. II.

*Professor P. MacNelly*  
NOTES TOWARDS  
*With the Author's Compliments*  
THE HISTORY *WRS*

OF  
THE MEDICAL STAFF

OF THE  
ENGLISH ARMY

PRIOR TO THE ACCESSION OF THE TUDORS.

ENLARGED FROM A  
PAPER READ BEFORE THE PUBLIC MEDICINE SECTION AT THE ANNUAL  
MEETING OF THE BRITISH MEDICAL ASSOCIATION  
IN BIRMINGHAM, AUGUST 1872.

BY  
WILLIAM R. E. SMART, M.D., C.B.,  
Knight of the Legion of Honor; Inspector-General of Hospitals and Fleets.

PRINTED BY  
T. RICHARDS, 37, GREAT QUEEN STREET.  
1873.

PREFACE.

IN presenting these notes in the form of a paper, to be read at a great professional gathering, it was, above all things, needful to keep within allotted space. Thus many things were omitted, not on account of being deficient in interest, but simply from want of room.

I have corrected and added to what was read at the meeting of the British Medical Association in Birmingham in 1872, and reprint it for presentation.

18, Beverley Road, South Penge Park, London,  
March 1st, 1873.

NOTES TOWARDS THE HISTORY OF THE MEDICAL  
STAFF OF THE ENGLISH ARMY PRIOR TO  
THE ACCESSION OF THE TUDORS.\*

Our military medical history commences with the third Roman invasion, when the Emperor Claudius, A.D. 43, landed in Kent, took command of the army of Aulus Plautius, crossed the Thames, and took Camalodunum (Colchester) by siege. In the following year the Senate decreed him a triumph, and conferred on him the title of Britannicus, to be inherited by his then infant son, and gave honours to his military followers. Amongst these was Scribonianus Largus, *medicus*, who, it may be presumed, shared in those honours and privileges, and who made for himself literary renown also. He wrote a treatise *On the Composition of Medicines*, containing about three hundred formulae, among which it has been surmised there may have been some remedies of which he gained a knowledge in the campaign in Britain. His treatise was held in high repute, and a century later Galen introduced several of his formulae in his writings.

A sadder reminiscence rests on the name of another Roman military *medicus* who served in Britain. In the ruins of Chester-in-the-Wall (anciently *Borovicus*, a first-class station) there has been found a mortuary stone, six feet high, bearing this inscription: "Sacred to the infernal Gods. To Anicius Ingenuus, *medicus* in ordinary of the first cohort of the Tungrian Legion. He lived xxx years." This Tungrian (Tongres, *Ardie*) legion was recruited on the banks of the Maese in Belgic Gaul, up to Spa, then as *now* famous for its mineral waters. Two of its cohorts marched north under the Emperor Severus A.D. 207, and the guardianship of *Borovicus* was entrusted to its first cohort, which recorded, in a tablet that has been found, that it constructed a thousand paces of the wall.

\* Read before the Public Medicine Section at the Annual Meeting of the British Medical Association in Birmingham, August 1872.

We know that whatever the nationality of a Roman legion, its officers were Romans of family rank; and this *medicus* who died so young must have been, from his name—Anicius Ingenuus—a man of good descent. In early manhood he was *medicus* of the first cohort of a celebrated Roman legion, which, consisting of 1,100 men, was of double the strength of the other cohorts. They led the van in battle, and guarded the eagle—the standard of the legion—and of them it was said by Cicero, "His divina et presentia signa venerantur." From this incident of the regard in which the young *medicus* was held by his cohort, may be inferred the carefulness of the Romans in appointing their military *medici*, who, like our own, stood in the double capacity of physician and surgeon to their corps.

Britain was to the Romans a far more difficult possession to conquer and to hold than India has proved itself to be to us modern Britons, for throughout an occupation of three hundred years its tenure was "by the sword". Among the Roman emperors, Caesar, Claudius, Vespasian, Adrian, Severus, Caracalla, Constantius, and Constantine the Great, owed much of their military reputation to their services in Britain, which shows the importance of that command; and Great Britain is indebted to Indian warfare for the training of many of her most famous generals. The sculptured stones that tell of the Roman occupation are highly treasured by modern Britons. Whatever may be the duration of our hold on India, it is open to doubt that, after a lapse of fifteen hundred years, there will remain such a sculptured testimony erected by the officers and men of his regiment to tell of their regrets and of the worthiness of any of the hundreds of medical officers who have fallen at their posts in the acquisition or defence of the British Indian empire as that which still remains in memory of Anicius Ingenuus, the young Roman military *medicus*. Happily, time, the destroyer of all things, has not erased the monument to him erected by the first cohort of the Tungrian legion.

Our Saxon forefathers were a very martial race, every freeman being a "weaponed man", born to bear arms, dishonoured in appearing without his sword, having the inherent right of private feud, and of maintenance in just quarrels by his kindred and neighbours; and he was bound to serve the king in defence of his kingdom for any term the occasion might require. Of their military organisation and customs, very little further than this is known.

*Leachdom*, or the art of healing, from the Saxon word *leac*, meaning, according to Ernest Schulze, a *physician*, was much esteemed in

Saxon England, and it was always combined with the priestly office. *Domesday Book* does not give us the name of a single Saxon *medicus* possessing land under Edward the Confessor; but, among the tenants *in capite* under the Conqueror, there is the name of one Alric possessing an estate in Hampshire. The land in his possession was also before the Conquest in that of an Alric, a common name among Saxon landowners, and we may infer that he inherited one of his numerous family estates, if he were not the individual who had been deprived of the greater part of them at the Conquest.

The respect in which the art of medicine was held is displayed in the ecclesiastical canons of the reign of Edgar (959-975 A.D.), wherein analogies are drawn between spiritual sins and bodily diseases. Penitence is likened to medical treatment under a skilful leech, and its results to the action of a "vomit" in expelling a deadly poison; and it is decreed that confession should be made under this formula: "I confess to Almighty God, and to my confessor, the *spiritual leech*, that", etc. These appeals to the mind of a rude race, made through the known to the unknown, such as our missionaries may employ now: they show how closely medicine was affiliated to theology. One of the primitive duties of Christianity was the care of the sick, maimed, halt, and blind; and up to the twelfth century the art of curing lay in the province of the church. Its *materia medica* consisted of simples; and more cures were effected by altered regimen, by visits to holy wells, and by faith, than by medicaments, some of which were of disgusting or of revolting nature, strangely mixed up with pagan charms, magical arts, superstitious prayers, and offerings to shrines.

Our knowledge of medical affairs among our Saxon forefathers has been elucidated of late through the liberality of the government in providing editions of the literature of that age. Thus we are in possession of an interesting work on *Leachdom, Wortswanning, and Starcraft of Early England*, collected and edited by the Rev. Oswald Cockayne, M.A. Cantab., which reflects a strong light on the personal habits, social and domestic customs and practices, and on the state of morality, prevailing among the Anglo-Saxons. We find that even in that age of darkness those who were the *literati* were also the *healers*, and that they pretended to an acquaintance with the writings of the Greek physicians. In their history of medicine they assigned to Apollo the art of surgery; to Æsculapius the art of curing internal disease; to Asclepias the clinical observation of maladies, and the logic or art of reasoning thereon; to Hippocrates the teaching diagnosis of diseases; after

whom Plato and Aristotle rendered all consistent by the theory of four temperaments, corresponding to the four natural elements.

Of their practice, we may best judge by some of their prescriptions; thus for fever, it is recommended "to take a snail and purify him, and take the clean foam, mingle it with woman's milk, give it the man to eat, it will be well with him." No diet can excel this in its primitive simplicity. For "nyctalopia" (that is cataract): "The men who are unable to see nothing after sunrise till he again go to his setting; take a knee-cap of a buck, and roast it, and when the roast sweats, then take the sweat and smear the eyes therewith, and after let the blind eat the same roast; and then take a new asses tond, and squeeze it, then let them take the ooze and smear the eyes therewith, and it will soon be better with them." These are fair examples of the Saxon *materia medica* used by the clerical leeches, which probably embodies the foulest charlatanism that has ever defaced the practice of medicine. We would expect to find a rational empiricism or practice based on rational experience, that leads to a reliance on specifics; but of these there is only to be discovered an acquaintance with one—that of sulphur and tar for the itch: "Against *Aschovvur*—ship tar, brimstone, pepper, white salt; or wax, brimstone, and salt; mix and smear." They knew the scarus.

In primitive society throughout all ages, barrenness in women and the want of virile power have been regarded as among the greatest afflictions of humanity; and the Saxon priestly leech did not deem these matters unworthy of his study, nor indeed others which are more fitly consigned to the arcana of the mere voluptuary, the whole of which were dealt with in the plainest Saxon terms, without the decent intervention of a dead language.

Where medicine was in this condition, it is certain that surgery would also be debased and in darkness. Of operative surgery beyond phlebotomy there is no trace; but of the mode of dealing with a fracture there is an instructive description in these words: "If shanks be broken, take bone-wort, pound it, pour the white of an egg out, mingle these for the shank-broken man. For a broken limb, lay this salve on the broken limb, and overlay it with elm-rind; apply a splint again; always renew these till the limb be healed. Clean some rind and take linseed, grind it for a brewit or paste with the elms drink; that shall be a good salve for a broken limb."

This portrays the employment of demulcent cataplasms, of albumen (for collodion) to close a wound of the integuments, fortified with a

backing of the soft inner bark of the elm (for lint), the use of splints; and it counsels the assiduous use of the means until the fracture has united. This assures us that the art of "bone-setter" was advanced in the Saxon age; but the treatment of wounds was not equally regulated by common sense, judging by that recommended for man and his domestic animals, who were much cared for in this ancient leechcraft. Thus, "for wounds that swell", or become inflamed, "take furze and pound it, and lay it upon the swollen part, and it shall soon subside." Again: "If a horse or other beast be shot" (that is with an arrow), "take a seed of dock and scotch wax, let a mass-priest sing twelve masses over them, and add holy water, and put that on the horse or on what cattle soever it may be. Have the worts always with thee." This at least is certain, that the resinous covering would benefit the wounded animal, and the reading or singing the masses would bring his "honoraria" to the ecclesiastic leech.

We may infer from these receipts what means were employed in the treatment of arrow-wounds and of contusions received in battle. The alienation of the art of curing from the priestly office began in our Saxon era, when the fourth Lateran Council (993 A.D.) prohibited the regular clergy from doing any operations of surgery "involving the shedding of blood", and assigned manual operations to seculars and clerks.

Surgery, then, underwent some social degradation, which laid, however, the foundations of its freedom from priestly interference, and tended eventually to its becoming a science. Medicine was not dissociated from theology before 1131 A.D., when the sixth Lateran Council forbade monks and regular canons the study of civil law and medicine. This was in the reign of our Henry I; and it was about that time, according to Collicette, that in France practitioners were called "myres", by which appellation they were popularly known through several centuries; and the title appears in England in the reign of our glorious monarch, Edward III. Two derivations of the title myre have been advocated: Latin, *mirus*, admirable, extraordinary; and Greek, *myron*, unguentum; hence *myropicus*, an anointer; and *myropolis* an apothecary. It is possible that this new title originated with the institution of lay practitioners, after the decree of the sixth Lateran Council; and I am inclined to an opinion that they were a class that combined again the practice of medicine with that of surgery, as among the Romans.

About this epoch the revival of learning produced Latin editions of Hippocrates and Galen, whose works becoming familiarly known

in the west of Europe, a demand arose for the drugs of the Levant. The student of those authors obtained the reputation of knowing the laws of Nature (*φύσις*), and of being able to assist her operations, from which they assumed the new designation, "physicians"; while the change in practice from the use of indigenous simples, which every rustic could distinguish, to that of the Eastern drugs, called for a new order in the profession, to import, store, and dispense these costly and potent agents; thus arose the apothecary, whose office was previously unknown in Western Europe, and not in England before 1300 A. D.

The technical titles employed at this dawn of the modern medical profession were those of physician, *miro* or *myre*, and apothecary—the antecedents of academical titles and distinctions of the baccalaureate and doctorate, which were first conferred in France in 1140 (Louis VII), and in England in 1207, in the reign of John. The title of "Surgeon" first appeared in English history when Edward I invaded Scotland in 1299.

In addition to these subdivisions of the medical profession, there arose another in the Middle Ages out of the numerous body of the tonsorial craft, whose vocation, being centred among the communities of the shaven priesthood, obtained from it the reversion of surgery at the end of the tenth century. The barber, being dexterous in the use of cutting instruments, naturally enough assumed the position which the priest was called on by canon law to surrender; and so long as the art of surgery was comprised in bone-setting, tooth-drawing, cupping and blood-letting, and anatomy was untaught as the basis of surgical science, his facility of manipulation and habits of rendering personal services gave the special training by which the ambitious barber might hope to obtain repute as a chirurgion. The "myre", as the representative of a higher class surgeon-apothecary, did not flourish in England as he did in France, and the doctor of medicine, who had taken the place of the ancient priest-doctor, regarded the manipulations of surgery as undignified; thus the barber-surgeon rose into repute in the city of London, and municipal privileges being secured to his craft A. D. 1376, the corporate body gained importance, attracting to itself those who purposed to practise surgery alone.

Surgery formed its alliance with barberdom on account of manual accomplishments and civic wealth. The union was not a happy one, as surgery was impatient of the yoke, which, while conferring municipal substantial benefits, disparaged purely surgical acquirements. Yet a separation was not effected until the middle of the eighteenth

century, after union in some form or other since the fourth Lateran Council, A. D. 993. So slowly do corporate rights give way.

This cursory recapitulation of the status of the medical profession will throw light on my subject—the history of military surgery.

Nothing whatever is known of those who, in the capacity of healers, attended on our warlike kings, or followed their armies in the field, prior to the Conquest.

From *Domesday Book*, which dates from twenty years after the battle of Hastings, it is learned that there were in the train of the Conqueror two medical attendants—Gilbert Maminot, presbyter and *medicus*, and Nigelias, *medicus*—both of whom stood among those possessing estates by gift of the Conqueror.

The first of these was a cleric of noble family, whose chief—another Gilbert—was enfeoffed in the barony of Maminot of twenty-four knights' fees, and was one of the eight trusty barons charged with the maintenance and defence of Dover Castle, the most important fortress in the land. Gilbert Maminot was the king's chaplain also, and, as an ecclesiastic, he was deterred from surgery by the fourth Lateran Council edict, and therefore it may be inferred that he did not follow his military movements in the field. It is even probable that he was more in attendance on the Conqueror's queen than on himself, for we find that Gilbert the "presbyter" was tenant *in capite ex dono regine* of an estate in Hildesforth Hundred in Essex, and that he does not appear to have held any lands *ex dono regis* prior to his installation as Bishop of Lisieux in Normandy, which see was conferred on him by William in 1077 A. D. In *Domesday Book* he appears tenant *in capite* as "Gislebertus, episcopus Lisiacensis", for an estate in Gloucester, with which, we may infer, he was invested subsequently to his installation, while the gift of the queen was made to him previously to that, unless there were two priests, "Gislebertus" by Christian name, among the royal followers, one of whom held only clerical, and the other both clerical and medical, position in the retinue.

Nigelias\* was a layman, I believe, and his name I now propose as that of the first surgeon in English military history. He stands as the

\* The Rev. E. W. Eyles, in his *Antiquities of Sibropshire* (the model of county history and topography), states, vol. x, p. 1, that Nigelias was a clerk and physician. He does not state that he was a priest in orders, and he appears to base his opinion of his being "a clerk" solely on the fact that the estates conferred on him in Shropshire had been previously in possession of Spirens, an eminent Anglo-Saxon ecclesiastic, who was called by Edward the Confessor. He asserts that Nigelias was physician to Count Roger de Montgomery in 1086 A. D.

Baron Larrey of his day, following the fortunes of the Conqueror of England. He appears in *Domesday Book* as tenant *in capite* of estates in Hants, Wiltshire, Hereford, and Shropshire, with which he must have been invested in reward of his services in the capacity of *medicus*, and, it may be inferred, in the special branch surgery, which it was not lawful for ecclesiastics to practise. His first two possessions in Hants and Wilts may have been given immediately after the Conquest in the first distribution of lands; but the last two must have been of later acquisition, as the subjugation of that part of England was effected at a later date, and the Conqueror could not have conveyed to his followers any lands of which he was not the actual lord by conquest, and by disposition of their Saxon owners.

It may be assumed that, as soon as William had completed the successive subjugation of the provinces, the lands were distributed among those who were present, according to the estimate of services rendered, and that these estates in Hereford and Shropshire were the reward of Nigellus on the conquest of the Welsh Marches, and that possession was given by "seizin", or on the spot. Nigellus was possessor of other estates, which, not being of regal gift, must have been by feof of the great barons, who subdivided their large grants from the king among vassals on military tenure. These estates must have been the reward of professional services to the donors; and Nigellus, not unmindful of the church, although himself a layman, endowed the church of Monteburgh, in Normandy, with an estate of this kind, situated in Somersetshire.

From these unquestionable data, it may be inferred that the profession was well represented and well rewarded at the conquest of England; and in them we possess the historical proof of the value placed on military services by one of the greatest generals and sovereigns in universal history, whose descendants still possess, after the lapse of eight centuries, the throne he acquired, now giving laws to the widest empire the world has known.

After the completion of the great event on which all the subsequent history of England turns, "we know", as Hallam tells us in his *History of Europe during the Middle Ages*, "that the Conqueror distributed this kingdom into about sixty thousand parcels of nearly equal value, from each of which the services of a soldier were due. He may possibly have been the inventor of this politic arrangement". The service due to the king was limited to forty days in the year, after which it was continued at the expense of the crown. As military service was thus rendered feudal and but of short duration, medical services, it may be in-

ferred, were of the same nature, and if any were required they were provided by the great barons for their feudal contingents. Doubtless the Norman kings were attended by their selected professors of the art; but as the privy expenses of the courts of these kings have not come down to us, nothing whatever is known of them. As, however, in their next appearance in our history they continued to be of continental extraction, so it may be inferred they were so in the blank interval.

The next page of military medical history opens in the reign of Edward I, at the commencement of the fourteenth century. The Crusades had taken up the interval since the Conquest, beginning in 1096 and ending in 1291 A.D.; and it would appear that so late as the third crusade (Richard and Philip) these fanatical expeditions were unattended by any professors of medical and surgical knowledge. This can scarcely be wondered at when we reflect that, as concerns their spiritual wants, they were without special advisers, each crusader being provided before setting out with the consecrated elements; and as the functions of the priestly office were thus superseded, so were those of the leech by relics and amulets. Probably direct intercourse with the Saracens may have caused respect for their superior medical attainments and practice, as the celebrated Arabian school was then at its climax and the works of Rhazes and Avicenna were in high repute. It may indeed be credible that in a warfare where courtesies were not unknown, the surgeons in the suite of Saladin, and his humane brother Saphadin, may have afforded their aid to the wounded in the camp of Coeur de Lion. Although the crowned heads of England were not represented in the Crusades like those of France, yet their scions and their great nobles brought together large contingents, conducting them on French principles rather than by any independent nationality. Among the traditions of the Crusaders, we find that Robert, eldest son of the Conqueror, was distinguished by his many acts of bravery and chivalry in the Holy Land, which he left in consequence of a severe wound. On his return he landed at Brindisi, and tarried in South Italy to have his wound cured by the famous professors of Salerno. While under treatment, he received a wound of the heart from a fair Norman, Princess Sibylla of Apulia, who may have done the nursing, which was common in those days, as it has again become in our own, and he made her his wife. He must likewise have gained the high opinion of those who treated his wound, as the professors of Salerno passed over the Norman dukes who had acquired Southern Italy, to render to him



the honour of the dedication of their famous "Regimen Sanitatis Scholæ Salernitanæ."

Richard I was the only English king who undertook a crusade. He did this with a large army and fleet, but the chroniclers say nought of medical attendants either in this or in the fleet of Philip of France; and Ducange, in his notations on Vinesauf, who was with Philip, makes this the ground for doubting that there were any. Our own Roger of Hoveden tells us that the English expedition was detained at Rhodes owing to the sickness of the king. Soon after landing at Acre, both Richard and Philip were seized with a disease, "*quam Arnaldianus vocant*, of which they lay near to death, and they became bald; but by the mercy of God they recovered from their weakness, and became stronger and more resolute in God's service". This happened in June 1191. About a year later, after his miraculous exploits in the recapture of Jaffa, Richard fell ill again; and, in broken health, he left Palestine in October 1192 A. D.

There can be no question of the mutual respect that existed between Cour de Lion and Saladin; and it is well recorded, that on the plain of Jaffa Saladin sent presents of fruit and of cooling snow to ameliorate the sufferings of his adversary; and with that fact in view it is credible that skilful Arabian physicians may have been sent to advise on his treatment. It is certain that if Richard were without a military physician in his train, he must frequently have felt the want of such a follower. This was the darkest age of surgery when, after being cast off by the church, which then alone cherished the lights of science and learning, it had not yet taken the first step in advance of the capabilities of those who deemed it their most elevated duty to shave the crowns of the priesthood.

It has been believed that the mighty Cour de Lion perished from mal-treatment of the revengeful arrow-wound he received at Chaluz; and, as our accurate historian, Strutt, gives it, "If that ancient rhymer, Robert of Gloucester, is to be believed, the Duke of Austria, who imprisoned our King, having fallen from his horse and bruised his foot, his physicians declared that if it was not immediately smitten off he would die; but some would undertake the operation till the duke took a sharp axe and bid the chamberlain strike it off, and he smote thence ere he could do it, putting the duke to most horrid torture."

When Edward I was proclaimed King of England in November 1272, he was absent in the Holy Land on the eighth and last Cru-

sade, in which he was to have co-operated with St. Louis of France, who unhappily met his death by dysentery before Tunis in 1270, on the outward voyage; and, from the silence of the Sire de Joinville on the point, there is ground to doubt his having had a medical attendant near him. Prince Edward of England would appear to have been situated better, as there was at hand an English surgeon to treat the murderous wound dealt him by an assassin at Jaffa in June 1272. Our contemporary chroniclers are silent on the romantic story of Eleanor sucking the poisoned wound inflicted on her husband. Carte, who is a very national English historian, giving his authorities, states: "The assassin, drawing a poisoned dagger, attempted to stab the prince in the belly, but the prince, endeavouring to parry it with his arm, received there a deep wound, and, striking at the villain's heels with his foot, seized the dagger and plunged it in his heart, though in wresting it violently from him he gave himself a wound in the forehead. The wound in his arm appearing very dangerous and likely to gangrene, the prince thought fit the next day to make a will; but the black flesh being cut away by an English surgeon, it was healed in a little more than a fortnight, though not so thoroughly but he felt from time to time exquisite pain, and the scar which was left dropped some moisture continually for several years, till it was again laid open and then entirely cured." From this evidence, we may judge it to have been a punctured wound involving the bone, and the primary operation a deep incision or two for the relief of inflammatory tension. That a sinus remained, leading to an exfoliation that required a second incision for its removal, is the easiest way to account for the remoter consequences. The romantic stories of poison and suction may be altogether dispensed with, as they are unnoticed by the contemporary historians, Thomas Wikes and Walter Hemingford, who make no allusion to any influence resulting from her presence, unless prejudicial to the sufferer and compromising his recovery (*V. Appendix B*).

This incident affords proof that Prince Edward had with or near him in Palestine, in the year 1274 A. D., a skilful English surgeon, whose name, unhappily, is lost to fame, but his art must tend to exalt our traditional ideas of the condition of practical surgery in that age. I think that this unknown individual has a fixed claim as an English army surgeon worthy to be remembered for having been instrumental in saving the life of the grandest of our Plantagenet kings.

King Edward the 1st having experienced personally the value of surgeons in the field and in the camp, it is not likely that he ever forgot

the lesson. There are no records of the military economy of his expeditions into Wales, nor of his first expedition into Scotland in 1298, when Falkirk was the great field of slaughter; but his second invasion affords to the inquirer its invaluable record of costs in the wardrobe accounts of royal expenditure A.D. 1299-1300, that form the starting-point of our economical history. It may be apprehended that it is only from the absence of similar accounts of older date that we remain ignorant of an earlier like organisation. Where money is recorded to have been paid for services rendered, we have landmarks of history at least as certain as the face of a medal or coin, the presentation of which has sufficed to set at rest many a disputed point. With this wardrobe account before us, we cannot hesitate to fix the year 1300 A.D. as a date when an army medical service had actual existence among us. There are charges in the marshal's (war-office) expenditure for a physician and his two juniors (*valetti sui*), and for two surgeons, with one of whom there were two assistants (*socii*). Some of these, as well as an apothecary, are introduced in the household accounts on some heads of expenditure, in a manner showing the distinctions then matured between military and household medical services, or camp and court. The names and qualifications and ranks of the individuals are as follows.

John de Kenle.....	Phisicus regis .....	Miles simplex.
John de Shireburn...	Valetus suus .....	Scutifer.
William de Rigethorn.	Do. ....	Do.
Philip de Belvaco ...	Cirurgicus regis .....	Miles simplex.
Edmund de Bampton.	Socius suus .....	Scutifer.
One, name unknown..	Do. ....	Do.
Master Peter.....	Cirurgicus .....	Scutifer simplex.
Peter or Perrotto .....	Apothecarius regis.	

Thus, we learn that in A.D. 1300, the professional distinctions of physicians, surgeons, and apothecaries, were recognised at our court, and it seems to me doubtful whether the last two names on this list were or were not of the same person. *Valetus* is an abbreviation of *valetellus*, a diminutive of *valetellus* holding lands by military tenure under a feudal baron as tenant *in capite* from the king. The designation was applied to youthful aspirants of rank, even to those of noble families, who served in the retinues of the kings, princes, or great feudatories, before obtaining knighthood.

With regard to emoluments: The physician De Kenle, and the surgeon De Belvaco, appear to have received the pay of simple knights, two shillings a day, when knights bannerets were paid three shillings.

The assistant-physicians, de Shireburn and de Rigethorn, and the assistant-surgeons, de Bampton and his nameless associate, had one shilling a day, like mounted lancers, and vintners, or sergeants of twenty footmen. In addition, the surgeon was repaid for expenditure on medicine and appliances in the field or at the court, and the physician was allowed one shilling a day subsistence-money when absent from the courtier's table on the king's service.

Physicians, surgeons and their assistants, were allowed the keep of horses for their conveyance, but pack-horses seem not to have been allowed to the assistants. The army practice was to begin daily pay on the date of presenting the charger for valuation, after which its loss or injury was compensated if it happened "servicio regis"; and, in other cases, when that could not be strictly proved, compensation was made "ad elemosynam". These rules applied to all alike on the marshal's roll. Thus, the king's physician was paid "ad elemosynam" for a horse dead at Greenwich, and the king's surgeon was paid for three horses dead in Scotland, "servicio regis", and for one, "ad elemosynam", which he seems to have lent his assistant, Bampton, to carry his baggage on the march.

Another head of expenditure elucidates the status of these medical officers. The "Roba" list presents to us the clothing or uniform allowances paid to those on the marshal's roll and royal household. The first scale was an annual allowance of sixteen marks, or £10:13:4 paid to bannerets; and the second scale, eight marks, to simple knights. The king's physician, De Kenle, and his surgeon, De Belvaco, receiving the second scale, indicates their social position at court and in the army to have been with rank of knighthood.

The "valetti" of the physician and the "socii" of the surgeon are not named on the "roba" list; but they appear on the pay list as "scutiferi," or esquires.

Pietro, "cirurgus," was of inferior rank to De Belvaco, "cirurgus regis," and his name appears among those of the courtiers, "scutiferi simplices," receiving only £2 a-year for uniform. As this "cirurgus" does not appear as such until A.D. 1302, and as Pietro, or Pierrot, "apothecarius regis," is named in 1300 and 1301, and not in 1302, I am of opinion that they were the same person. Having come from France with the young Queen Margaret, he was probably the first apothecary introduced into England, where he may have found his to be an inconvenient title,\* and have changed it for the better known one

\* Previous to this, the title "Apothecarius" was not unused in England, but it had

of surgeon. There is evidence of his having been at York, in waiting on the Queen, in the summer of 1300, but no evidence of his being in Scotland.

To comprehend fully the relations of these men with the army invading Scotland, it is needful to be acquainted with the king's movements. The feudal system was in full operation, and he had ordered his barons to assemble with their vassals at Berwick in the autumn of 1299 A.D., he being at the same time under contract to marry Margaret, the sister of Philip, King of France. The marriage was celebrated in Canterbury Cathedral on the 8th of September, and the queen was left at St. Alban's on the 2nd of November. Edward joined his army at Berwick on the 20th December, when his barons protested against any warlike operations at a season when the roads were quagmires. The castle of Stirling was abandoned to its fate, and the army dispersed until the summer of 1300 A.D., when it reassembled at Berwick, and, under the king's command, made some ineffectual incursions of Galloway.

The "wardrobe accounts" show that De Belvaco, "cirurgus regis," with his "socii," was present with the army in the fall of 1299, and that De Kenle, "physicus regis," was then at Caversham, by the king's command, in attendance on his daughter, the Countess of Gloucester, in childbirth. In September and October, 1301 A.D., the "vallenti" of De Kenle were with the army in Scotland, and thus we know that the medical staff of the army in 1200-1300 A.D., comprised both physicians and surgeons.

This is an outline of the *personnel* of the earliest recorded medical staff of the English army with its rank and emoluments. It was established by Edward I, worthily styled the greatest and most glorious of the Plantagenets, who may have been conscious of having owed his life to the skill of an English surgeon when in the Holy Land. In life to the skill of an English surgeon when in the Holy Land. In comparing the estimate set on medical services at various periods of history, it is of interest to note that the physician and surgeon of the army then received the same daily pay as the Admiral of the fleet—the first of that rank in English history—and their subordinates the same as the captains of the ships composing the fleet.

F. Grose tells us in his *History of the English Army*, vol. i, p. 238,

a much more lofty designation, being applied to the king's treasurer or keeper of the chest or depository. *Madox, Hist. of Exchequer*, vol. i, p. 79, states that Bishop Nigelus of London paid King Henry II the sum of £200 for the patent of Apotecarius, king's treasurer granted to his son Richard Nigelus.

that "In the Wardrobe Account of the pay of the army raised against the Scots by Edward II, A.D. 1322, many of the Welsh corps have an officer styled *medicus*, but whether by that term a physician or a surgeon is meant seems doubtful, as the word *medicus* is sometimes used for both a surgeon and an apothecary. None of these physicians or surgeons is charged to the English levies. And to the Welsh they seem to have no regular proportion to the number of private men—a corps of 1,007 men having only one, and another of 968 having two; the wages of all, except the two last named, was sixpence per diem each, those which were raised in the king's land in Cardiganshire had only fourpence each per diem."

It is easily understood that the Welsh levies, being of the unmixed old English stock, would be attended by *medici* of their own race knowing their language, and as they were all in receipt of pay direct from the king's treasury, so their *medici* would be specially named in the Wardrobe Account. With regard to the English levies, they were at that time entirely feudal, serving forty days in the field in England at the cost of their feudal lords, who were distributors to them of the king's pay after those forty days had expired or on embarkation for foreign service, and there are no baronial muster-rolls extant to show the ranks and offices of their retinue and followers, amongst whom there must have been surgeons. That their absence from the royal muster-rolls may be accounted for in this manner is evident from a document of later date, supposed to have been written *temp.* Richard III or Henry VII, which Grose adduces from the collection in the College of Arms, MS. i, 8, fol. 85, in which, after a list of the "Apparell for the field of a baron in his Sovereignty" (the King's) "Compeny, or for a banneret, or a ryche bachelor," is given that of the "officers necessary" to his retinue, "a chappellyn for your stable and for your vitayles, a barber, surgeon, etc.;" and in the retinue "of a knight or esquire of fair lande—a barber with his basin, with a store of towells," no allusion being therein made to a surgeon.

As the muster-roll of a baron, *temp.* Richard III, contained "a surgeon" as well as "a barber," who possibly were represented by one individual, we may conclude that the same provision existed in the great wars of the Plantagenets, when the dignity of the great barons in the field was at its acme.

The list already given of the medical attendants on Edward I, A.D. 1300, was that of the king's own medical and surgical staff, and

doubtless the great barons had each his own staff with his contingent of fighting men, otherwise there would have been a very inadequate provision of surgical aid for those great armies. At the best it must have been very inadequate to meet the wants of the wounded, but its insufficiency would be less felt when serving within the four seas, where friendly monasteries were always at hand with their barbers and other lay-brothers to afford aid, than in foreign service.

The next page of the history of the English army lies in the reign of Edward III, the glorious grandson of Edward I. It embraces the wars of that monarch for the crown of France, by claim through his mother as daughter of Philip IV, and is filled with the records of Crecy, Calais, and Poitiers, and of the great naval victories of Sluys and Wincheboa, but it closes with the surrender of all the hereditary possessions of the Plantagenets in France. In these wars the very principle of feudal service was undermined, and the army and navy of England first became "royal services" in the pay of the king, as it was not possible to carry on such wars on the feudal principle of forty days' service in the field.

The muster-roll of the great army with which King Edward invaded France in 1346 is extant; but with regard to its medical staff it is silent, except that the "Welsh," or British, who appear therein for the first time as a distinct body of troops in the continental wars, under the banner of the Black Prince, had an attendant physician of their own race.

Froissart makes no mention of any distinguished surgeons, nor does he allude to any services of members of the medical profession. It is inconceivable, however, that so large an army, whose stay in France was protracted, and which was greatly harassed by sickness, could have been less considered and provided for in this particular than was the army of the king's grandfather in the invasion of Scotland, A.D. 1300. It is more probable that the great barons who brought their contingents for the king's service, receiving the pay for their followers, had the engagement of surgeons, among others, in their own hands; and thus, as we know nothing of the economy of those separate contingents, we must ever remain in the dark concerning the medical affairs of the great army that won Crecy. Although physicians and surgeons of the English army do not appear in the muster-roll of Crecy, A.D. 1346, yet it is incredible that there was no medical or surgical staff present, as we learn from a wardrobe account of the eighteenth year of Edward III, A.D. 1345, by Walter Wentway treasurer of the household,

MSS. in possession of F. Gross, that in that year wages were accounted for to "one surgeon of the household troops, four doctors and one surgeon for the army in North Wales, and two doctors and one surgeon for the army of South Wales."

Such being the case in A.D. 1345 for an army of occupation within the four seas, it is inconceivable that an army on foreign war service could have been left unprovided with physicians and surgeons.

This omission of details may probably be accounted for in one of the great features of the revolution in military affairs brought about by the invasion of France by Edward III, which, in calling for the prolonged service of troops, rendered the barons contractors to the crown for the services of their followers, and the receivers and distributors of their wages from the date of embarkation.

The king's pay delivered to them seems to have been for fighting men only; but in addition to wages there was a royal allowance, or gratuity, termed "a reward," of 100 marks, or £66 : 13 : 4 per quarter for every thirty men-at-arms, and under special circumstances this was augmented to "one and a half," or £100 per quarter, and to "double reward," or £133 : 6 : 8 per quarter for every thirty fighting men. It is remarkable that these "rewards" were given at the expiration of a quarter for services rendered, while the wages were due at the commencement of the quarter for ordinary service to be performed.

I think there is evidence that this payment was made from the date of the invasion of France by Edward III, and I conceive it possible that the pay of the baronial surgeons may have been derived from it (*V. Appendix D*).

The age was one of general progress and of consolidation of Normans and British into the English nation, and yet there are no tangible proofs of progress in the manner in which the fighting men were cared for when wounded or sick. Our national records prove that the king esteemed very highly the medical services rendered to himself in England, and was bountiful in rewarding those who performed them, and this makes the silence of chroniclers on this point the more unaccountable. It is observable that in the wars of Edward I for the subjugation of Scotland, both medicine and surgery were well represented in the field, and its professors had a very respectable status assigned them; but subsequently to that there would appear to have been a falling off from that high estate. It is noteworthy of that era that it corresponds with the transition that surgery everywhere underwent in

passing into the hands of the barbers, whose social standing laid them and their mixed calling open to depreciation or even to contempt.

It happened, however, after the lapse of a century, when the barber-surgeons had by experience and education laid a broad line of distinction between their two vocations, that the superior division of them, by proving their utility on the field of battle, had the honour, as military surgeons, to bring about the *renaissance* of the profession of surgery, and to lay the foundation of its present honourable position: so much at least is due to those of them who served in the wars with France.

The first half of the fourteenth century was the era of the moulding of our profession into its present form. Our universities were established and granting degrees in medicine. Physicians were men of such education as to make them masters of colleges and teachers of the natural sciences, and to lead to their employment on diplomatic missions which had been mainly the province of churchmen.

Gilbertus Anglicus had written his work on medicine, that proves him acquainted with the writings of the Greek and Arabian physicians, which he condensed before A. D. 1220.

John Arden, the first English writer on surgery, lived at Newark 1349 to 1370, when he settled in London, obtaining celebrity in both places by his treatment of fistulous tracts. His work is entitled "A Treatise on Fistula in the Fundament and other places, and Impostumes causing Fistula." He was a self-taught man, like Frère Jacques.

Anatomy was taught at Bologna, 1315 (under prohibition from Rome), and soon afterwards at Montpellier and Paris. The father of modern surgery, Gey de Chauliac, laid its foundations in France, and a college of barber-surgeons was instituted, 1371. In England the barbers were obtaining corporate strength in the city of London, where supervision by one of their order was instituted in 1308 A. D. Another step in advance was recorded in 1354, when, by order of the municipal council, a prior and three surgeons of the city were directed to make inquest of the results of treatment, by John le Spicer of Cornhill, of a severe wound of the jaw, and they reported that it had become "apparently incurable through want of skill" on the part of that practitioner, whose name is suggestive of his being an apothecary and not a surgeon.

In A. D. 1369 three master surgeons of the city were sworn at Guildhall to inspect and superintend the practice of barbers; and in consequence of surgery (minor) being pursued as a calling by unknown

barbers from the country, and by women, an order was given, A. D. 1376, that two master barbers of the city should examine barbers, and that none not possessing their licence should be admitted to the freedom of the city. Thus we see that in England surgery was fostered in its infancy by municipal rules rather than by state laws or charters. The facts concerning the *master surgeons* of the city of London point out emphatically that there were then professors of the art who were not mere barbers, and there is a military instance proving that these were in high repute.

In the year 1344 Robert, Count of Artois, conducted an English army in Brittany, and took the fortress of Vannes, which was shortly after retaken. Froissart relates—"Sir Robert was sore hurte, and scapped hardly untaken. He tarried a season in Hennebion, and at last he was counsayled to go into England to seke helpe for his hurtes; but he was so sore handled on the sea, that his soores rankeled, and at last landed, and was brought to London, and within a short time after he dyed of the same hurtes and was buried in London in the church of Saynt Paul, with great honour." This instance shews that in 1344 the skill of the master surgeons of London was famed.

Guy de Chauliac, who flourished at Avignon and Lyons in the reign of our Edward III, in classifying the surgeons of his day, states that those who attended the armies were chiefly Germans, who used charms, potions, oils, and wool in their practice; and we have no means of judging whether the English army surgeons were more enlightened or not. It is not likely that they were, as such practice with boiling oil for gun-shot wounds, under the belief of their being poisoned wounds, continued until Ambrose Paré demonstrated the fallacy which had so long occupied the minds of all army surgeons.

There is another military incident of this period, the record of which will be found in Rymet's *Annals*, which may be adduced as the first known instance of a medical board to decide the question of capability to serve. It happened after the battle of Poitiers, A. D. 1356, that a question arose between Sir Denys Morbek, Knight, and Bernard de Troyes, Esquire, as to which of them King John of France had surrendered. The issue was left to the ordeal of battle; and before King Edward III departed for France, in 1359, he directed that the disputants should appear before him wherever he might be on the next Candlemas, to fight their duel. Before that arrived, Sir Denys declared himself unable to proceed, and thereon the King's Council ordered a survey of his person, the particulars of which are very clearly reported

in the official document, a letter patent bearing the sign manual. Sir Denys was visited by a knight, the Dean of Lichfield, and two clerks of the chancery, who recited to him the circumstances of the appeal to arms made by Bernard de Troyes at Sandwich prior to the king's departure into France. To this he replied stating his incapability of following the king, through his illness, which confined him to bed. "And in order to know better the truth that the said Denys did not feign, they caused him to expose his body, arms, hands, and feet, and after seeing these it was the opinion of the surveyors, and also of the notaries, physicians, surgeons, and all others present, that on this account the said Denys was, by his disease in body and limbs, so wasted, broken down, dried up, and debilitated that he could scarcely recover, unless God wrought on him a miracle.

"And the said Denys made oath to the same on the Holy Gospels, and also Master John Palafyn, Mire, and John of Cornhill, Surgeon, examined thereon, swore on their oath on the Holy Gospels, and on their honor, and on peril of their souls, that the said Denys was so enfeebled by the said disease that he could not help himself, nor move foot, leg, arm, or hand without aid."

Concerning this event Barnes states, in his *Life of Edward III* (p. 519), that the French King wished that Sir Denys alone should have the honor of his capture; and the chivalrous Black Prince caused secretly to be delivered to him 2,000 nobles, and (to end this matter once for all) when the next year King Edward had determined the cause in his behalf, the prince gave him 5,000 crowns of gold more as a reward for that service, all prisoners valued above 10,000 crowns belonging not unto him who took them but to the prince.

During the next five years Sir Denys received small sums from the Exchequer, and after his death the widow\* who had nursed him made application to it for the expenses of his last days and burial. Such was the end of a brave soldier, to whom a King of France was said to have given his gauntlet in token of surrender.

The part of the medical profession in this business is interesting to us, as it shows most clearly that about the era of Crecy and Poitiers pro-

\* *Calendar of State Papers*, Issue Roll of reign of Edward III, an. 37, 37d March (1354): "To Mary Rouz prosecuting at the King's Council the claim of Deyns de Marbek, who asserted that whilst he lived that he took John of France in the war at the battle of Poitiers. In money paid to her of the king's gift in aid of her expenses, £1 6s. 6d." N. R.—There are other payments on these rolls relating to this affair.

fessional opinion was made the turning point for decision of a question of military honour and discipline, and that the process was guarded by very strict forms.

With regard to Master John Palafyn, Mire, and John of Cornhill, Surgeon, it may be asked—Were they, or had they been, army surgeons, as they were engaged on this essentially military decision?

Master John Palafyn was styled "our physician" by the king. John, of Cornhill, was probably a master surgeon of the City of London, like Master Paschal, Master Adam de la Polsterie, and Master Davidde Westmorland, whose names appear in 1354 A. D. I consider it possible that men of that class may have derived their eminence from service with the king's army, just as we know that the great Ambrose Paré—who made for himself, two centuries later, the reputation of Master Surgeon of Europe—divided his time between service in the field and his barber-surgeon's shop in Paris.

Of the state of medical practitioners in London in the reign of Edward III we have the direct evidence of Chaucer, father of English poetry, in his *Cantebury Tales*.

"With us there was a Doctor of Phisike,  
In all this world as was there none him like  
To speke of phisike, and of surgerie;  
For he was grounded in astronomie.  
He kept his patient a ful greet del  
In honour by his myghte natured.  
Wel coude he fortunen the accident  
Of his lesions for his patient.  
He knew the cause of every maladie,  
Were it of cold, or hote, or moiste, or drie,  
And wher engendred, and of what humour,  
He was a veyre parfoune practitioner.  
The cause yknowe, and of his own the rote,  
Aston he gave to the sike man his boote."

In this there is the combination of physician, surgeon, and astrologer, who was also a good linguist, skilled in the writings of the ancient Greek and Arabians—a master in science and literature, as well as in medicine and surgery. The moral grandeur of his character, when surrounded by much that was degrading to that of his companions on the pilgrimage, is delicately wrought out in the purport of his exquisitely told tale, where "men may see how sin hath his merite."

"The worm of conscience may arise  
Of wicked life, though it so prively be,  
That no man wote thereof save God and he."

Whether Chaucer formed this flattering ideal at court or in camp, or in both, we may not find. At the former, Master John Palafyn, the

king's physician, was before him; and in the camp he, as a man of letters, would have associated among such as "speke of physike and of surgerie" from their equality of rank as "vassalitei." His military service seems to have been rendered in 1360 A.D., at the age of thirty-two, when ardent minds are most open to receive lasting impressions, and to form types of character with mental record for later use. The pilgrimage took place in 1383 A.D., and these inimitable types of English medieval personages were given to the world at a later date. Certainly our profession may take pride in Chancer's ideal attributes, as they show, at least, the respect in which its professors stood in his day; and military surgeons may assume that men of that stamp then served in war, and that Chancer may have discovered his type among them when he was serving in France in 1360.

The next names that come prominently forward in the medical history of our army are those of Master Nichol Colnet, Physician, and Master Thomas Morestede, Surgeon, to King Henry V, who were both present with the king in the great battle of Agincourt. Their engagement to serve marks a grand epoch in military medical affairs, in the formation of a surgical staff entirely under the control of Thomas Morestede.

In preparation for the expedition to France, a new system was inaugurated by indentures or legal instruments drawn up between the king on the one part, and the Dukes of Clarence and York, the Earl of Salisbury, Lord Scrope, and Sir Thomas Tunstall, severally, on the other part, to attend the king with contingents of their vassals and freemen in the war on king's pay. And similar instruments were drawn up between the king and his physician and surgeon to afford him their professional services for one year; the physician to take with him three mounted archers or men-at-arms in his suite; and the surgeon, twelve men of his own profession and three archers likewise.

In Rymer's collection, there are two documents styled "Petitions of Thomas Morestede", which show that difficulties arose both previous and subsequent to the drawing up his indenture. One of these is dateless and unsigned, as if it were the draft of a petition, referred to the Lord High Chamberlain; and from its tenor it would seem to have been preliminary to his indenture of contract to serve with the army about to proceed to France. In it he prays, first, for a Commission under the seal of the Lord High Chancellor, empowering him to impress within the franchises of the City of London, as well as beyond them, those of his calling whom he might wish to select to serve with him in the king's army; 2. For an indenture under the privy seal of

his engagement "to serve in the expedition as a man-at-arms, having the same wages, or wages with regard, as others of that rank, having in his company fifteen persons, of whom three shall be archers and the others of his calling, each of them having the same wages as archers of the army; 3. That the indenture with him might be drawn out after the form due to esquires. There are some interesting points in this, tending to prove that the barber-surgeons of London were unwilling to accept service with the army, and that impressment was called for; that it was contemplated to give the inferior rank of man-at-arms to the chief surgeon, until he stipulated for that of an esquire, which was still much lower than that of knight, borne by the chief surgeon in the army of Edward I, two centuries earlier. It was due to the vigilance and self-respect of Thomas Morestede that these concessions were secured to the surgical staff of the army in the early dawn of our modern profession. He attempted more than this in his second petition, dated within a month of signing the indenture, in which he asked "for money wherewith to purchase and provide medical stores and necessaries for the whole duration of the expedition, for the appointment of a staff of orderlies, and for the means of transport."

Of these requests, the last was alone granted; viz., one car and two pack horses for conveyance of all the requisites of his office, which would seem to have constituted the ambulance of the brave but disease-stricken army that won the battle of Agincourt when despised by the adversary on account of its impoverished and sickly condition. These petitions from Morestede evince his capability as an administrator if the means had been granted him; but it is even to be feared that at Agincourt the want of surgical instruments, as well as that of surgeons, was felt; for when the king was about to take a fresh army into France the next summer, he ordered his surgeons, Thomas Morestede and William Brodelewardyne, to impress without delay, in the City of London or elsewhere, as many surgeons and makers of surgical instruments as shall be necessary and fit for the expedition, thereby admitting the inadequacy of the provision in the preceding year.

The scale of pay of the army was rated as at Cressy in 1346.

	£	s.	d.	£	s.	d.		
For a Duke.....	per diem...	0	13	4	per annum	243	16	8
" Count or Earl	"	0	6	8	"	121	3	4
" A Banneret	"	0	4	0	"	73	0	0
" A Knight	"	0	2	0	"	39	10	0
" A Squire (esquire)	"	0	1	0	"	18	5	0
" A Mounted Archer	"	0	0	6	"	9	2	6
" A Foot Soldier	"	0	0	3	"	4	11	3

But for the last grades the scale differed for services in Gascony or France; the above being received, together with rations and forage, whilst in the adversary's territory; and increased pay, without rations or forage, while in the king's dominions in England or Gascony, where a scutifer with four horses received gross pay of forty marks, or £26:13:4 *per annum*; and a man-at-arms with one horse, £13:6:8 *per annum, pro rata*. By comparison of these scales, it may be inferred that the net personal pay for the military services of a scutifer when Agincourt was fought was one shilling, and that of a man-at-arms 6d. a day, that the daily rations of a man were valued at 2d., and the forage of a horse at 1d. a day; but it must be borne in mind that in actual weight of silver the shilling of that time was equal to 2s. 9d. and the penny to 2½d. of ours, and that twelve shillings was the price of a pipe of French wine. The physician Colnet, and the surgeon Morestele covenanted for the pay and allowances of "scutifer" for themselves, and for those of "mounted men-at-arms" for their followers. They all participated likewise in a monetary allowance of 100 marks, or £66:13:4 to every thirty men, or £2:4:4½ per man, quarterly, whilst serving in the enemy's territory.

For the gains of war in booty and ransom, their covenants were the same as those of all the leaders, excepting the Duke of Clarence, in whose indenture ransoms are not mentioned. Of all booty, one-third was the king's, together with all gold, silver, or jewels exceeding the value of ten marks—£6:13:4; and should the physician or surgeon or any of their suite capture a king or any princes, or chiefs, they were to be given up to the king, who should make reasonable satisfaction to the captives.

It is worthy of point that these covenants for military services were made only with the great leaders and the chiefs of the medical staff, who were made the receivers of the wages of all their followers for distribution, and each held a deposit of the king's jewels as security for pay. This was not acquitted so punctually by our Plantagenet kings as it is in our day, as we read in Sir E. Ellis's *Historical Letters* (vol. i, 2nd ser., Letter xxxi) that in 1423, a year after the death of Henry V, Sir Thomas Rokeby petitioned the Duke of Gloucester, Protector, and the King's Council, "that by indenture, he went to France with his retinue in the 4th year of the reign of Henry V (A.D. 1417) for a year, and was detained there from year to year until four years was here expended and passed, for the whilk time a great part of the wages is behind and nowth paid him to his great hindering and anentifying."

His petition was granted. Let us hope that, if Thomas Morestele and men of his calling were detained thus from their barber-chirurgeons' shops in the City of London, they were treated better than Sir Thomas Rokeby was.

Morestele was an eminent member of our profession; he was Surgeon to three of our kings—Henry IV, V, and VI—and, as Henry V died of some surgical malady, it is probable that he was then in attendance on him at Vincennes, A.D. 1422.

Morestele retained his influence at court after the restoration of the House of York, as we find that in the first year of the reign of Edward IV, A.D. 1461, a charter of incorporation was granted to the barber-surgeons of London, securing to them corporate rights under the protection of the medical Saints Cosmo and Damien; and this was effected through the influence of Thomas Morestele, surgeon, and Jaques Fries or Fryle, and William Hobbes, physicians, who served in the army of Edward IV.

Now, as this charter of incorporation of the barbers of London was the progenitor of all subsequent charters to the companies of Barber-Surgeons (Henry VIII), Surgeons (George II), and College of Surgeons (George III), it may be asserted that Thomas Morestele, chief of the surgical staff at Agincourt, used his influence at court beneficially to the profession in its surgical branch.

I have not found any particulars relating to my subject in the reign of Henry VI, when large armies were kept up in France.

With regard to the medical staff of the army in the reign of Edward IV, Grose informs us (at page 239, vol. I), on the authority of an original indenture in the State Paper Office, that in the fourteenth year of his reign, A.D. 1475, the following physicians and surgeons engaged to serve in Normandy and France for one year:

Master Jacobus Fryle (Jr, Fries), king's physician, for wages of 2s. *per diem*, and two servants at 6d. *per diem* for each.

Master William Hobbes, physician and surgeon of the king's body, for 1s. 6d. *per diem*.

Surgeons, every one at 1s. a day: Richard Felde, Richard Elstie, John Smith, Richard Brightmore, Thomas Colard, Richard Chambore, and Simon Coll.

Other surgeons at 6d. *per diem*, for their attendance in the same service beyond the sea; William Coke, Richard Smythys, John Stanley, John Denyse, and Alexander Ledell.

Grose notices it as remarkable in its being the same number as the



medical staff that went to France with Henry V. It is as noticeable, also, that the pay of the chief surgeon was increased from 1s. to 1s. 6d. a day, and that of the twelve surgeons serving under him, seven were paid 1s. a day like the chief surgeon of Henry V's army. This was after the lapse of half a century since the battle of Agincourt. The expedition achieved no glory, and returned after exacting a large sum of money from the King of France. For the first time the inferior officers of the medical staff were placed in two divisions, which may be regarded as the prototypes of the surgeons and surgeon's mates of a later period. Of these the first seven were paid the same wages as the chief surgeon serving at Agincourt, and the five juniors the same as his assistants had been paid.

To complete the main object of this paper, I recapitulate the names of military medical men that have appeared on the pages of the history of our country prior to the accession of the House of Tudor.

A.D. 43.—Scribonianus Largus, who attended on the Emperor Claudius in his campaigns in Britain.

A.D. ....—Aminius Ingenuus, surgeon of the 1st Cohort of the Tungrian Legion, who died at Chester-in-the-Wall.

These are connected with the Roman period of the history of Britain.

A.D. 1066.—Gilbert Mamincos, presbyter and medicus, and Nigellus, medicus, who came over with William the Conqueror.

A.D. 1299-1300.—John de Kenle, physicus; Phillip de Belvaco, chirurgicus; John de Shirelours, William de Rigethorne, physici-adjutores; Edmund de Bamsons, and another, chirurgici-adjutores; who composed the medical staff in the invasion of Scotland under Edward I.

A.D. 1415.—Nicol Colner, physicus; Thomas Morestedo, chirurgicus, with twelve coadjutors—names unknown—who composed the surgical staff present at the battle of Agincourt, A.D. 1415.

A.D. 1416.—Thomas Morestedo and William Brodewantine, who were the chief surgeons of the army in France, having under them as many junior surgeons as they considered to be required.

A.D. 1475.—Master James Fryle, physican; Master William Hobbes, physican and surgeon, with a staff of twelve surgeons, whose names are given on the preceding page.

## APPENDIX A.

## POSSESSIONS OF NIGELLUS, MEDICUS.

As tenant in capite he had twenty-three holdings direct from the crown. Of these, six lay in Wiltshire, one of them, Stratone, having not less than 3,000 acres; ten in Herefordshire, one of which was free from tax bestowed "servitio regis;" two in each, Shropshire and Worcester; and one in each, Kent, Somerset, and Gloucester. From all save one a rental was due to the crown, and out of them Nigellus endowed the church of St. Marie de Monteburg, near Cherbourg, with an estate of 500 acres in Somerset, "ex dono Nigelli," besides making that church tenant of 400 acres in Wilts. Several of his estates were church-lands, and others had belonged to Spirtes, the ecclesiastic, who was banished by Edward the Confessor after having been his favourite; not less than sixteen of them possessed demesne-lands, and four lay near towns, Dover, Gloucester, Wich in Worcester, and Awnebury in Hereford.

In addition to the manor houses and demesne-lands, there were eighty-three farms with outhouses and tenements for labourers, eight mills, and about sixty cottages, all having proportionate arable lands and pasturages; and there were also salt-pits, fisheries and ponds, enclosures for capturing wild animals, and rights of fattening swine in the forests. In total, there were about eighty hides or 8,000 acres of taxable land, held by Nigellus from the crown, and this was generally of excellent quality, judging from the number of ox-teams employed in ploughing, together with the frequent references to pastures. It appears, likewise, that in addition to those crown-lands, held by him in chief, he was possessed of four estates of nearly 1,800 acres in Shropshire allotted him in fee by Count Roger de Montgomery.

Perhaps since his day no medical practitioner has ever held so many broad acres of English soil. Certainly the donors had acquired them easily.

Besides these landed possessions, Nigellus had allotted to him four houses in the town of Southampton. *Domesday Book* records that the crown possessed forty-seven dwellings within the town, and that these were conceded free from taxes, according to custom, to individuals.

The list of these begins with high Norman ecclesiastics, who each retain one house; then follow Norman nobility, with one or two houses each, Count Moreton alone of them holding five, most likely by virtue of his office; then come the names of officials, including Aialf, chamberlain, four; Turstin, chamberlain, two; Nigellus, medicus,

four; Stefan, steerman (chief of the shipping), two; and Turstin, machinator (engineer), two.

As these allotments of houses hold no abstract relation to the rank of the individual it must be inferred that they were regulated according to his function; thus, the chamberlains having charge of household goods and supplies, and perhaps the entertainment of the king's officers passing to and from Normandy, would require much space, and so also the chief of the shipping and the military machine maker, would do so in their degree, as heads of departments.

But the allotment to Nigellus, medicus, of four houses, when bishops had but one each, would seem to indicate that, in connection with his office, he was provided with accommodation for others, who could have been none other than those requiring medical care, sent away from the army to re-embark and return into Normandy.

If that supposition be correct, there may be assigned to these four houses the character, if not the title, of *the earliest military hospital in Norman England*, and it seems somewhat strange that after eight centuries there has been built not far from it, at Netley, the principal army hospital of the kingdom for the lodgment of sick and disabled soldiers sent home from the distant possessions of England scattered from Honduras to Japan.

#### APPENDIX B.

##### CONTEMPORARY HISTORIES OF THE WOUND RECEIVED BY PRINCE EDWARD.

THOMAS WIKES, canon of Ousey, near Oxford, who lived in the reign of Edward I, writes thus: "Porro familiares \* \* \* de salutis remedio desperantes; evocati statim medicis in arce peritissimi vulnera sua congruo medicamine fomentabunt, mansique Redemptor in se credentium qui vera salus est, qui, ut ait Propheta, vere languores nostros tollit et dolores nostros portavit in corpore suo super lignum, tam efficax et optimam gratie sue concessit antidotum, ut vulnera sua que cunctorum iudicio censebantur incurabilia, modico tempore curarentur."

Walter Hemingford, canon of Gisorough Abbey in Yorkshire, who lived in the reigns of the three Edwards, wrote thus concerning the same event: "Vocatur ergo Chirurgici, et medicamenta imponant. Sed post dies paucos, viuentes desingrescere carnem, massitaverunt

inter se, nec erat letitia in populo suo, quod ille perpendens dixit eis: Quid est quod massitatis, nonne sanari possum? Dicite mihi, nec timeatis. Et ait unus natione Anglus, Curari potes, sed oportet te dura pati. Et ille: Si passus sum, quidem fieri, numquid sanitatem promittis? Et ait: Promitto quidem, et sub pensâ capitis mei. Et ait: Committo ergo me tibi, et exopte quocunque volueris. Et ait: Numquid sunt aliqui ex Magistris in quibus confidit? At ille nominavit multos ex circumstantibus. Circumsteterunt enim cum Magister peritissimi cum uxore sua. Et ait: Quibus primo nominatis. Domino scilicet *Edmundo* et Domino *Johanni de Vesey*; Numquid et vos diligitis Dominum vestrum, et dixerunt utique. Et ait: Tollite ergo mulierem hanc, et non videat Dominus ejus, quousque dixerit vobis: Tulerunt ergo eam flectem et ejulantem, et dixerunt: Sine domina, melius est quod tu effundas lachrymas, quam quod lachrymetur tota terra *Anglicana*. Mane autem facto incidit denigratum carnem brachii sui et projecit ex toto, et ait: Confortare, quoniam promitto tibi quod infra xv dies manifestabis te, et equum ascendes. Tenuit quod promissit, et admirati sunt universi."

These authorities are published in Gale's *Rerum Anglicorum Scriptores*, and they are of the highest value as contemporary reports of an event which must have been of the highest national interest. They concur in admitting the gravity of the wound, the extreme solicitude of the prince's followers, and the presence of surgical aid; but with regard to the cure they differ, one assigning it to a divine miracle, and the other imputing it to a surgical operation. It is remarkable that such difference of opinion should have existed between two mediæval ecclesiastics, of whom the latter was evidently a rationalist.

Neither of them entertains the romantic story about the princess Eleanor, and the last even suggests that the surgeon looked on her presence as hurtful to his royal patient. The whole story cannot be read without admiration of the decision and force of character of the English surgeon, and of his confidence in the resources of his art.

#### APPENDIX C.

##### PAY OF MEDICAL STAFF.

TAKING the scales of wages of artificers and labourers at various epochs in the middle ages, there can be no question that military ser-

VICES were well required. The commonest foot soldier received a daily pay equal to that of the working mason, carpenter, or smith; the archer as much as the hind, or manager of a farm; and the mounted archer, or man-at-arms, more than ordinary man-at-arms, or household chaplains of the nobility. It is remarkable how little change there was in the scale of pay of the army between the beginning of the fourteenth and the end of the fifteenth centuries. The positive data concerning medical pay are few, being limited to the dates of the invasion of Scotland by Edward I, A.D. 1300; the invasion of France by Edward III, 1346; and the invasion of it by Henry V, 1415.

Of the first what is known applied to the ordinary medical officers of the royal household, with supernumeraries for the occasion as assistants to the physician or surgeon; and concerning their emoluments, I consider that we cannot take those above the assistants as exemplifying the scale of military pay, because their superiors who engaged their services were in receipt of their ordinary wages as carriers. It is not to be credited that even at that early period there were no others in surgical capacity connected with the army; and, without proof to the contrary, we may presume that there were such in every feudal baron's contingent, if it were only for the self preservation of the baron. If there were such, their pay and position would probably have been the same as those of the assistants on the royal staff, although there is an incident of the next period that seems to show that being attached to the king's own levy caused a decrease of emolument.

Analysing the medical staff of King Edward I in 1300, it is found that his physician and chief surgeon ranked with knights, drawing £36:10 a year, and clothing money £5:6:8, with forage for four horses; and that the physician at least, if not the surgeon also, was dieted in the household at a valuation of £18:5 a year, raising the physician's emoluments to the value of £50:11:8 a year. As this latter item comes out only incidentally in the wardrobe accounts, there is reason to assume that the king's surgeon was, by custom, entitled to a similar privilege of messing, which would give to each of them an appointment worth £1,250, while without it the surgeon's emoluments were equal to £84:13:4 *per annum* of our standard value of the first half of this century prior to the late increase in price of all the commodities of life. Political economists are agreed on the point that to estimate the comparative value of money on the true basis of what it will purchase, it must be multiplied by twenty-five for the reign of

Edward I, by which the relative values given above are arrived at; and by sixteen for the reign of Henry VI.

But for the reasons assigned, we may set these highest rates aside as not due to simple military services, and rely with perfect safety for that standard on the lower scale of the pay of the "assistants" engaged for the expedition. These ranked with "scutifers" of the army, or esquires, receiving the pay of £18:5 a year, the equivalent of £456:5 in the first half of this century, and to considerably more at present, with forage for a charger. They were able to maintain their position well on their wages, as, according to Hallam (*History of Middle Ages*, 8th edition, vol. II, p. 422), "In the reign of Edward I an income of £10 or £20 was reckoned a competent estate for a gentleman". This was an exceptional period, when the medical staff was better paid than at any subsequent period of our military history; and it establishes the most important fact of such an organisation at so early a date. In face of it, it cannot be imagined that the great English armies that conquered in France, were ever allowed to be without some provision for attendance on the sick and wounded. History is dumb on the point, until Henry V was preparing his great expedition, when probably the arrangements made by him were supported on experience rather than guided by records. I have ventured to explain this silence, on the supposition that each baronial contingent had its own medical staff, by private arrangement between its commander and the medical men, nothing whatever being recorded of their contracts with any of their followers. No other reason has been offered that will go so far as this to explain the remarkable circumstance that the great muster-roll of Cressy, which gives the baronial contingents only in aggregate, makes no reference to surgeons, except of a single "medicus" attendant on the Welshmen under command of the Black Prince.

The military affairs of England had not relaxed into the condition of the first Crusade, and it cannot be contended that the armies of Edward III went into the field totally unprovided, as they must have been if nothing is to be believed where history is mute.

It is, indeed, likely enough that, under a system of baronial provision, which was in some measure a subsidiary corps, there would be a falling from the precedents of a former monarch, and this may have been contemporary with a decline in the social position of those who undertook the practice of surgery; still it is proved that in the City of London there were "mires" or physician-surgeons, and master-surgeons as well as barber-surgeons, and their services were procurable, but cer-

tainly not for the wages of fourpence a day, or £6:1:4 a year, specified for the only Welsh medicus referred to on the muster-roll. We are thus driven to the confession of inability to state in what way, from what source, or to what amount, the surgeons who served under Edward III were remunerated.

The third epoch premised is that of Henry V, whose *indentures* with his physician and surgeon to form a medical staff are documents of the highest value, as they form a turning-point, not only in military medical history, but that out of which grew up the scientific and stately profession of surgery of our own day.

The fathers of that profession, who stood round the standards of Henry V and Edward IV unfurled in France, were content with a lower scale of rank and pay than that given by Edward I.

Nicholas Colnet the physician, and Thomas Morestele, the chief surgeon in the field of Agincourt, held the rank of *esquires* only; each had a body-guard of three mounted archers, and drew the modest pay, while in Gascony, of £26:13:4, the equivalent, by the multiplier sixteen, of £426:13:4 of the first half of this century; and when in the enemy's country they received £27:12:9, the equivalent of £434:4:6, with forage for four horses. And the barber-surgeons of their staff received in Gascony £13:6:8, equal to £213:6:8; and in France £26:13:4, equal to £426:13:4 of our age, together with forage for a horse.

This scale of pay was not a mean one, as Sir John Fortescue, the chief justice, has recorded that in that age "£5 a year, or £90 of our day, was a fair living for a yeoman", a class of whom, to use the words of Hallam, "he is not at all inclined to diminish the importance".

After sixty years had elapsed since Agincourt was fought, when Edward IV invaded France, there was a rise in the pay of the medical staff, from whose *indenture* we learn that the physician received wages of £36:10, the equivalent of £582; the chief surgeon, £27:17:6, equal to £438; the senior assistants, £18:5, equal to £292; and the juniors, £9:12:6, the same as £146 of the first half of the sixteenth century, showing a striking resemblance to the rates of wages of the deputy-inspectors-general, the staff-surgeons, and the junior surgeons of the army in our day; that of the assistant-surgeons alone having undergone any marked increase relatively to what was paid the young barber-surgeons of the reign of Edward IV.

In addition to these wages, each was entitled, in the enemy's com-

try, to a "regard" at the rate of £8:17:9 a year or £142:4 of our currency.

Between the reigns of Edward I and Henry V there was a decided decrease in the wages or daily pay of the medical staff, but that seems to have been compensated by the *regard* given when in the field, established by Edward III.

The whole evidence is to the effect that the daily pay remains, comparatively, the same as it was in the days of Edward IV. The gain to the medical staff has been in another direction, by the institution of half-pay when unemployed or temporarily disabled, of retired pay when unfit, and of pensions to widows and children, none of which existed at that time. These are contingencies from which all may not derive benefit; but they are inseparable from a permanent military service, and they have to be provided for by keeping down the *daily wages* as nearly as possible to the ancient standards.

#### APPENDIX D.

##### REGARDS, OR REWARDS AND OTHER ALLOWANCES IN ADDITION TO DAILY PAY.

GROSE states (at page 284, vol. i), "Besides the daily pay there was an additional *denier* styled *regards*—this was a kind of perquisite to the commanding officer, or chief contractor with the crown, for every body of men, to enable them to keep a table for their officers, and to provide for the different contingent expenses. The quantum of this allowance differed according to the nature of the service or country in which the troops were to be employed; the usual sum was at the rate of 100 marks per quarter for every thirty men-at-arms, which amounted to nearly sixpence a day each. Sometimes we meet with a stipulation for a regard and a half, and sometimes for double regards and double wages."

This then, I conceive, may have been the financial margin out of which the baron or "commanding officer" may have paid the entire wages of the surgeons attached to his contingent or, *in pari*, by private agreement, if they were borne on his muster-roll among the men-at-arms without there specifying their special vocation. I am not aware that any direct proof of this can be drawn from any documents relating to the army; but it must be inferred from that magna charta of the

royal navy, the *Black Book of the Admiralty*, which compiles the ancient laws and customs of the sea, and then embodies those established by the Inquest of Queensborough held by commission of Edward III in A.D. 1375.

In the sixth article of the more ancient laws it is established that the admiral "shall have for reward of thirty men-at-arms, at the end of each quarter of the year, 100 marks." This had reference to the fighting men or army embarked, being about fivepence three-farthings a day per man of them; while for the mariners there is assigned, by article 10, a smaller reward of sixpence a week to each in addition to their wages.

From this it cannot be doubted that the "regard" was paid in the time of Edward III for all soldiers alike, when embarked for sea service, or on foreign service in an enemy's country; and from the fact of its existence prior to A.D. 1375, it may be believed to have existed for the armies that fought at Crecy and Poitiers in A.D. 1246 and 1356.

Grose makes allusion (see page 220, vol. i) to a customary allowance, without assigning a probable date to its origin. It seems to have been a voluntary gift from the troops to increase the surgeon's wages, and for the purpose of supplying medicines and appliances for their benefit. This practice existed also in the Royal Navy, where it was not discontinued until the year 1805; the navy deriving it from the army.

He writes of it thus: Besides the king's pay, it seems as if the surgeons of former times, as well as those of late, received a weekly stoppage from the private men. This may be gathered from the following description of the duties of a military surgeon written in the time of Queen Elizabeth: "That every soldier, at the paye daye, doe give unto the surgeon 2d., as in tymes past hath been accustomed to the augmentation of his wages, in consideration whereof, the surgeon ought readie to employ his industry upon the soare and wounded soldiers, not intermeddling with any other cares to them noysome. regarde that the surgeon bee truly paid his wages and all money due to hym for cures, that by the same hee maye bee able to provide all such stuffe as to him is needful."

As this was written in the time of Queen Elizabeth, as a custom of times past, it may be relegated to a period prior to that of the Tudors, when the king's pay was found too small to attract the barber-surgeons of London into the royal services, and it became necessary to impress them.

It may be imagined that the soldiers, alive to their own wants and interests, voluntarily agreed to this defalcation to supplement the meagre pay the surgeon received from the king. We know that the seamen of the navy, who then paid the weekly 2d. to their surgeons, agreed after the defeat of the Armada to a further defalcation of 6d. from their monthly pay to provide for the wants of their maimed and disabled men, to save them from beggary and destitution, thus instituting the celebrated Chest at Chatham, which through the seventeenth century was the only aid of seamen disabled in the wars and cast aside from further service; which continued to do the same office, in part, through the eighteenth century, notwithstanding flagrant misversations of its resources; and, on its abolition in 1814, handed over the munificent sum of £1,355,400 towards effecting the same purposes, which in our age are recognised to be the duties of the State.

Prior to the era of the Tudors, there was no Royal Navy, its office being exacted from the merchant shipping; consequently there was not even the shadow of a naval medical staff. As it loomed out of the obscurity of the past, it bore all the features which have been shown as belonging to the army in the latter part of the middle ages. It was composed of the barber-surgeons, whose wages and rewards were the same as those of seamen, supplemented by the voluntary 2d. from each seaman, per week, as was the practice in the army.

On some future occasion, it shall be my endeavour to trace the successive steps by which the medical department of the navy has risen to its present stage of efficiency.

### Anhang

zur Instruktion für den Sanitäts-Dienst bei der Armee im Felde.

Instruktion zur Handhabung von Hamm- oder Noth- (Norton'schen) Brunnen bei den Infanterie-Divisions-Sanitäts-Anstalten. (Zu Abth. 14, Nr. 1492 ex 1873).

#### 1. Beschreibung der Brunnen im Allgemeinen; Leistungsfähigkeit bei günstigen geologischen Verhältnissen.

Das Princip der Hamm-Brunnen besteht darin, daß ein schmiedeeisernes, mit einer massiven Spitze versehenes Rohr, welches entsprechend verlängert werden kann, mittelst eines Schlagwerkes so tief in den Boden eingetrieben wird, bis die oberhalb der Spitze angebrachten Sauglöcher des Rohres in eine wasserführende Schichte eingebracht sind, worauf durch eine oben aufgeschraubte Pumpe, wenn die Tiefe der Wasserschichte 9-00 Meter (28 Fuß) nicht übersteigt, das Wasser zu Tage befördert werden kann.

Demnach wird es von der Festigkeit des Bodens und der größeren oder geringeren Tiefe und der Beschaffenheit der wasserführenden Schichte abhängen, welcher Zeitaufwand zur Herstellung des Brunnen und zur Förderung einer genügenden Menge trinkt.

IV.

München 1873.

Druck von C. R. Schurich.

bar en Wasser notwendig ist. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß zur Herstellung des Brunnens bei günstigen, also nicht zu festem oder mit größeren Steinen gemengtem Boden bei einer Tiefe der wasserführenden Schichte von 600 Meter (20 Fuß) durchschnittlich 2 Stunden notwendig seien, wenn die Hölzer verwendeten Arbeiter bereits die erforderliche Übung besitzen.

Bei reichhaltiger Wasserschicht kann der 526 Millimeter (2 Zoll) weite Brunnen in einer Stunde 28 bis 31 Hektoliter (50—55 Eimer) trinkbares Wasser zu Tage fördern.

Im Allgemeinen läßt sich annehmen, daß per Kolbenhub, wenn man das Wasser vollständig auslaufen läßt, die Pumpe 1 bis 1.1 Liter ( $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Maß) Wasser liefert. In besonders günstigen Verhältnissen können auch in der Minute 75 Liter ( $\frac{1}{2}$  Eimer) Wasser gehoben werden.

Bei eingeschalteter Wasserhalter wird die Ergiebigkeit an Wasser um  $\frac{1}{2}$  vermindert.

## 2. Detail der Bestandtheile und der zum Herstellen eines Brunnens notwendigen Requisiten.

### A. Bestandtheile.

Das 526 Millimeter (2 Zoll) weite Brunnenrohr hat eine Gesammtlänge von 9.50 Meter (30 Fuß) und besteht aus einem 1.90 Meter (6 Fuß) langen Spigrohr, drei ebenso langen und zwei halb so langen gewöhnlichen Rohren.

Das Spigrohr, Fig. 1, hat am unteren Ende eine massive birnförmige Spitze (Wirtz) angeschmiedet, oberhalb welcher das Rohr bis auf 474 Millimeter (18 Zoll) Höhe siebartig durchlöchert ist (Zuglöcher); — am oberen Ende ist das Rohr auf eine Länge von 526 Millimeter (2 Zoll) mit Schraubengewinden versehen.

Die übrigen gewöhnlichen Rohre, Fig. 7 u. 8, sind an beiden Enden mit Schraubengewinden versehen.

Der Ruff m, Fig. 1, ein 79 Millimeter (3 Zoll) langes Röhrenstück, innen mit Muttergewinden versehen, in welche die Schraubengewinde der Rohre genau passen, dient zur Verbindung, beziehungsweise Verlängerung der Brunnenrohre. Von den Ruffen wird einer als sogenannter Schupmuff angeschlossen; dessen Zweck ist weiter unten beschrieben.

Die Saugpumpe, Fig. 3, besteht aus dem Zylinder a, welcher unten im Innern mit einem Muttergewinde versehen ist, mittelst dessen die Pumpe auf das Brunnenrohr geschraubt werden kann. — Der Zylinder erweitert sich in der oberen Hälfte und hat den nach abwärts gebogenen Auslauf b angegoßen, welcher den Haken c zum Befestigen oder Aufhängen von Wassergefäßen trägt. Im Zylinder befindet sich unten, unmittelbar oberhalb des Muttergewindes, ein Klappenventil l, ferner der beladete Pumpenkolben mit dem Kolbenventil. — Die Kolbenstange f spielt in dem Schlitze des Deckels d, welcher mit seinem Arme g die Stange des Hebels h bildet. Der Deckel selbst ist an die angegoßenen Nasen m und n des Pumpenzylinders angebracht. Am unteren Ende des Pumpen-Zylinders ist die Patrone l angeschraubt, welche zur solideren Befestigung der Pumpe an einer Unterlage von Stein oder Holz dienen kann.

Die Hubhöhe beträgt 24 Centimeter (9 Zoll) und es kann bei ergiebiger Wasserschicht durchschnittlich 0.9 Liter ( $\frac{1}{2}$  Maß) Wasser per Hub gefördert werden.

Der Wasserbehälter, Fig. 4, ist ein gußeisernes Gefäß, welches zwischen der Pumpe und dem Rohre eingeschaltet werden kann. Der Wasserhalter dient zum luftdichten Abschlusse des Brunnenrohres und in Folge dessen zum Halten des Wassers im

Rohe auf senkrechter Höhe im Gefäße selbst, so daß die Pumpe jederzeit nach den ersten Kolbenhuben Wasser ziehen kann.

Der Wasserhälter besteht, wie Fig. 4 zeigt, aus zwei luftdicht aneinander geschraubten Theilen, wovon der obere mit einem Schrauben- der untere mit einem Muttergewinde versehen ist. Das Wasser tritt durch das Rohr a in das Reservoir b ein und wird aus dem Rohre c durch die Pumpe gehoben.

Den Brunnen der Infanterie-»Division« Sanitäts-Anstalten sind keine Wasserhälter beigegeben.

#### B. Die zum Herstellen eines Brunnens notwendigen Requiriten (Brunnen-Requiriten).

Das Schlagwerk oder Hammwerk, Fig. 5, besteht aus dem Dreifuße D mit der durchlochigen Deckplatte und den zwei Rollen r, der Klemme k, dem Hozer h mit den oben eingeschraubten Ringen, den Zugstricken z und den Ankebeln a; ferner aus der Führungstange F, dem Klemm-Schlüssel G, Fig. 12, einem Schraubenschlüssel S, Fig. 13, den Rohre- und Muffen R, Fig. 14, endlich noch aus einer Kittbüchse, einer Keilanne, einem Senkel mit Schwur, einer Feile, einer Schraubenschneidkluppe, Fig. 9, sammt Baden und einem Rohr-Abschneider, Fig. 11.

#### 3. Vorgang beim Einrammen in günstigem Boden.

Zur Herstellung eines Brunnens ist eine Arbeit-Partie von 1 Unteroffizier und 4 Mann erforderlich.

Der Vorgang beim Einrammen ist folgender:

Nachdem der Ort, wo man den Brunnen aufstellen will, ausfindig gemacht worden ist, wird das Spigrohr, Fig. 2, auf die Erde gelegt, der obere Muff b abgeschraubt, die Klemme k mit der

größeren Fläche d. i. mit der Schlagfläche, auf welche der Hozer fällt und durch den Schlag wirken soll, nach oben auf das Rohr geschoben und gleich der Hozer h darauf gebracht, und zwar in der Stellung, wie Fig. 2 zeigt.

Zum Schutze des Gemüdes während des Einrammens wird, der Schutzmuff oben auf das Rohr geschraubt, was auch später wenn man ein zweites und drittes zc. Rohrstück auf das erste setzt, immer am obersten Rohre geschehen muß.

Ist dies geschehen, so wird der Dreifuß, Fig. 3, auf den Ploß gestellt, auf welchem das Rohr einzutreiben ist.

Das Rohr wird sammt Klemme und Hozer gehoben, mit seinem oberen Ende durch die Deckplatte des Dreifußes durchgesteckt und mit der unteren Spitze auf den Punkt gesetzt, wo der Brunnen eingeschlagen werden soll; hierauf wird das jetzt bereits aufrecht stehende Rohr mit Hilfe des Senkels möglichst genau vertikal gestellt. Die Zugstricke werden hiernach an den Ringen des Hozers befestigt und durch die Rollen an der Deckplatte des Dreifußes von innen nach außen durchgezogen.

Auf ungefähr 50 Centimeter (18 Zoll) Entfernung von den Rollen werden die Ankel mittelst einfachen Kreuzflokes an die Zugstricke befestigt.

Nachdem die Klemme k auf ungefähr 1 Meter (3 Fuß) Höhe mittelst des Schlüssel G an das Rohr festgeschraubt worden ist, beginnt das Einrammen, indem beiderseits an jedem Ankel je 2 Mann den Hozer gleichmäßig heben und auf die festgeschraubte Klemme fallen lassen; hierbei ist zu beachten, daß bei dem Anschrauben der Klemme stets beide Schrauben gleichmäßig angezogen werden, da sonst leicht ein Biegen oder Brechen der Dorne in der Klemme stattfinden kann.

Ist das Rohr so weit eingetrieben, daß das obere Gemüde, welches während der Arbeit stets mit dem aufgeschraubten Schutzmuff



muss versehen sein muß, unterhalb der Deckplatte des Dreifüßes zu stehen kommt, so wird die Führungshange F auf das Rohr aufgesetzt, und damit die Führungshange an der Deckplatte eine Stütze finde, wird der ganze Dreifuß so weit gehoben, daß die Stange in der Durchlöcherung der Deckplatte freie Anlehnung nehmen kann.

So oft die Klemme durch das Einringen des Rohres an den Boden ankommt, muß sie jedesmal um ungefähr 1 Meter (3 Fuß) höher gestellt und festgeschraubt werden. Bemerkt man, daß die Klemme während des Einrammens an dem Rohre herabgleitet, so muß mit dem Einrammen eingehalten und die Klemme festgeschraubt werden.

Ist das Spigrohr auf 1-50 Meter (5 Fuß) Tiefe eingeschlagen, so nimmt man die Führungshange ab; der Hozer wird in die Höhe gezogen und durch Umwickeln der Zugseile an den Haken des Dreifüßes festgehalten, die Klemme gelockert, der Schutzmuff abgenommen, ein zweites Rohr durch den schwebenden Hozer und durch die Deckplatte des Dreifüßes gehoben und mittelst eines Ruffes an das Spigrohr aufgeschraubt.

Bei dem Aufschrauben des zweiten und aller folgenden Rohre muß man die Gewinde mit dem Rette (Wennig) aus der Rittbüchse bestreichen, um die Verbindung luftdicht herzustellen. — Die Rohre müssen mit Hilfe der Rohre- und Ruffhänge so zusammengeschraubt werden, daß die Rohre-Enden in dem Ruff vollständig aufeinander sitzen.

Alsdann wird die gelockerte Klemme über den Ruff gehoben, in einer Höhe von 1 Meter (3 Fuß) festgeschraubt, der Hozer herabgelassen und das Einrammen fortgesetzt.

Analog der eben beschriebenen Weise wird das Einrammen des zweiten und aller übrigen Rohre durchgeführt.

Je tiefer das Rohr eindringt, desto weniger wird dasselbe bei jedem einzelnen Hozerichlage ziehen, und ist das Spigrohr nahezu in jene Tiefe gebracht, in welcher das Wasser zu erwarten ist, so wird zeitweise mit dem in das Brunnenrohr eingelassenen Sentel sondirt, ob die Sauglöcher des Rohres schon die Wasserschicht erreicht haben. Zeigt der Sentel, daß der Wasserstand in dem Rohre bereits die Höhe von beiläufig 50 Centimeter (18 Zoll) erreicht hat, so ist genügend Wasser vorhanden, und das weitere Einrammen wird eingestellt.

Nun werden sämtliche Bestandteile des Hammerkes vom Rohre abgenommen, das Gewinde des Rohres wird mit Kitt bestrichen und die Pumpe sorgfältig aufgeschraubt.

Hiermit ist die eigentliche Arbeit zur Herstellung des Brunnens beendet.

#### 4. Einrammen in ungünstigem Boden.

Bei dem Einrammen in ungünstigem Boden (festem Kalksand, Schotter, Gerölle oder sonstigem Gesteine, Lehm und Thon) wird das Rohr bedeutend langsamer in den Boden eindringen, es müssen daher die Hozerichläge rascher und kräftiger aufeinander folgen. Um in diesem Falle die Arbeit zu fördern, wird die Klemme nie höher als 30 bis 50 Centimeter (1 bis 1 1/2 Fuß) ober dem Boden befestigt, um eine größere Fallhöhe des Hozers und somit eine kräftigere Wirkung zu erzielen.

Das Einrammen des Brunnens wird in den erwähnten Erdgattungen oft die doppelte Zeit in Anspruch nehmen, doch ist mit dem Einrammen unter allen Umständen fortzufahren, wenn das Rohr bei 30 Schlägen (d. i. einer Höhe) noch auf 13 Millimeter (1/2 Zoll) in den Boden dringt.

Bemerkt man jedoch, daß der Hozer bei jedem Falle auf die Klemme von dieser elastisch zurückprallt „tanz“, und das Rohr bei

2 oder 3 Hizen unermöglich bleibt, so ist dies ein Zeichen, daß die Spitze auf einen undurchdringlichen Gegenstand (einen großen Stein oder eine Felschichte) gestoßen ist.

In diesem Falle wird mit dem Einrammen eingehalten, der Brunnen rückgebaut und ein anderer Platz gewählt werden müssen.

##### 5. Vorsichtsmaßregeln beim Einrammen in Bezug auf Erhaltung des Materiales.

Zur Schonung des Materiales ist es notwendig, daß die Arbeiten genau in der beschriebenen Weise durchgeführt werden, und es ist hiebei noch Folgendes zu beobachten:

Der Partii-Kommandant hat darauf zu sehen, daß das Rohr jederzeit vollkommen vertikal stehe. Die Arbeiter an den Zugstricken müssen gleichmäßig den Hozer heben, da sonst der Dreifuß leicht aus seiner Stellung gebracht wird. Der Hozer muß, damit er sich beim jedesmaligen Herabfallen nicht drehe, vom Partii-Kommandanten geführt werden; hiezu legt dieser die linke Hand flach an die Mitte des Hozers und folgt mit der Hand der Bewegung. Mit der rechten Hand hält derselbe einen Fuß des Dreifußes fest, damit dieser unverrückt in der Stellung verbleibe.

Der Schutzknauf muß jederzeit aufgeschraubt sein, da sonst die Führungstange die Gewinde beschädigt und anderseits, wenn die Führungstange noch nicht aufgesetzt ist, durch die Erschütterung der Schläge das Rohr an seinem freien Ende in den Gewinden leicht Sprünge erhalten kann.

Das Brunnenrohr muß, namentlich in festem Gebirge, zur Erleichterung der Arbeit mittelst der Rohrjange öfters gedreht werden, und zwar immer von rechts nach links, daß ist, in der Richtung sämtlicher Schraubengewinde an den Röhren.

Bei hartem Boden darf die Klemme nie höher als 50 Centimeter ( $1\frac{1}{2}$  Fuß) über dem Boden stehen.

Die Röhre sind, der eingestrieten Gewinde wegen, sorgfältig auf den Boden zu legen (wo möglich auf kleine Unterlagen von Holz oder Stein), da sich sonst in den Gewinden Sand, Staub etc. festsetzt, wodurch die Arbeit bei dem Aufschrauben der Röhre sehr verzögert werden kann.

Die Werkzeuge sind, geordnet, immer in der Nähe auf den Boden zu legen, damit dieselben gleich zur Hand seien und der rasche Fortgang der Arbeit nicht gehemmt werde.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen geht die Arbeit in gleichmäßigem Tempo vor sich, und es wird der Brunnen ohne eine Maß der Arbeiter herzustellen sein.

##### 6. Schöpfen und Klären.

Nachdem der Brunnen hergestellt worden ist, wird mit der Förderung des Wassers begonnen.

Die Pumpe darf behufs ihrer solideren Befestigung nicht zu hoch über dem Boden stehen. Deshalb sind die zwei längeren Röhre vorhanden, welche im betreffenden Falle entsprechend einzufallen sind.

Nun wird zur Erweichung des Leders am Pumpenfolken durch die Oeffnung in der Deckplatte etwas Wasser von oben in die Pumpe geschüttet, worauf man rasch einige Kolbenhübe macht.

Nach 20 bis 30 Kolbenhüben wird das Grundwasser anfangs ganz trübe, schlammig, sandig oder lehmig, je nach der Bodengattung, zu fließen beginnen.

Nach längerem, etwa  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  stündigem Pumpen wird sich um die Sauglöcher des Spigrohrs unten im Boden eine Art Reservoir (Kessel) bilden und das Wasser immer klarer werden, Fig. 10 und 3.

Stürzen die Wände des Kessels nicht mehr nach, so wird das Wasser endlich ganz klar und trinkbar aus der Pumpe zu fließen beginnen.

Tritt das Wasser nach längerem Pumpen nicht klar zu Tage, so reißt man das Rohr neuerdings um 15 bis 30 Centimeter (6 bis 12 Zoll) tiefer und beginnt das Schöpfen von Neuem.

Kommt hingegen anfänglich wenig Wasser mit Luftblasen, so ist dies ein Zeichen, daß man die Wasserschichte schon theilweise passiert hat, und man muß dann das Brunnenrohr entsprechend zurückziehen (siehe 10. Abschnitt).

Sind die Sauglöcher fest verstopft, oder hat sich im Spitzrohr in einer größeren Höhe Sand oder Lehm eingelagert, so kann die Pumpe entweder gar kein, oder nur sehr trübes Wasser aufbringen. In diesem Falle muß das Brunnenrohr herausgenommen, vollkommen gereinigt und neuerdings eingeschlagen werden.

#### 7. Grenze der Auffassung des Wassers.

Da die bei diesem Brunnen verwendete Saugpumpe nur auf höchstens 9.50 Meter (30 Fuß) Tiefe (Luftdruck) wirken, beziehungsweise Wasser heben kann, so finden diese Brunnen nur im Allgemeinen auf eine Tiefe bis zu 9.00 Meter (28 Fuß) der wasserführenden Schichte unter der Erdoberfläche ihre Anwendung.

In den meisten Fällen werden jedoch diese Brunnen zur Anwendung gelangen können, da, wenn überhaupt eine wasserführende Schichte vorhanden ist, sich in fast jeder Gegend ein Platz im Terrain finden dürfte, an welchem die Wasserschichte in der vorangegebenen Tiefe unter der Erdoberfläche zu treffen ist.

#### 8. Einrammen sehr tiefer Brunnen bei aufstrebendem Wasser.

Ist die Wasserschichte tiefer als 9.00 Meter (28 Fuß) unter der Erdoberfläche, so kann der Ramme-Brunnen in dem Falle zur Anwendung kommen, wenn man die Gewisheit erlangt hat, daß das Wasser der Schichte einem Drucke ausgesetzt ist, welcher das/eb, wenn das Brunnenrohr in diese Schichte kommt, bis auf 9.00 Meter (28 Fuß) unter die Erdoberfläche, oder noch höher in dem Rohre drückt.

Das Einschlagen eines Brunnen wird sehr bewirkt, indem man die Rohre einer zweiten Brunnen-Vornitur zur Verlängerung bedient. — Die Arbeit wird mit der Tiefe immer langsamer von Statten gehen und mit größter Vorsicht bewerkstelligt werden müssen, da sich das Rohr seiner großen Länge wegen leicht biegen oder in den Gewinden abbrechen kann.

#### 9. Kennzeichen wahrscheinlicher Wasserauffindung.

Wenn in der Nähe vorhandene Brunnen über das Vorhandensein von Wasser nicht bereits Aufschluß geben, so wird im Allgemeinen die Terrainformazion die nöthigen Anhaltspunkte bieten können.

Einsenkungen im Terrain überhaupt, namentlich wenn sie mit Schotter oder Kies bedeckt sind, Niederungen zwischen Hügeln etc., speziell das Vorkommen von Pflanzen, welche viel Wasser bedürftigen, als: Weiden, Erlen, Pflaumen oder dichter, dunkelgrünes Gras in sonst trockenem Erdreiche, ferner dem Boden entweichende Dünste bei trockener Witterung, ein Anflug von Mooswuchs etc., alle diese Merkmale geben die Möglichkeit zur Auffindung einer genügenden Menge von Wasser.

Fehlen alle diese Merkmale, so müssen Versuchsbohrungen zur Sondirung vorgenommen werden, welche dann jedenfalls die nöthigen Aufschlüsse geben werden.

## 10. Rückbau der Brunnen.

Soll der Brunnen rückgebaut, d. h. das Brunnenrohr ganz aus dem Boden herausgezogen werden, so geht man hierbei auf folgende Weise vor:

Die Pumpe wird abgenommen, der Hozer auf den Rohritumpfen geschoben, und das Brunnenrohr, wenn nöthwendig, durch Aufschrauben eines neuen Rohres verlängert. Nun wird die Klemme, auf 25 Centimeter (1 Fuß) oberhalb des jetzt am Boden stehenden Hozers, mit der Schlagflanze nach unten befestigt, wie Fig. 6 zeigt.

Die Ringe des Hozers werden jetzt aus den oberen Löchern aus- und in die Löcher an der Seite des Hozers eingeschraubt. Hierauf stellt man den Dreifuß auf, zieht die Zugtride über die Rollen und befestigt die Knebel wie beim Einschlagen; alddann wird der Hozer durch die beiderseits zu Zweien angestellten Arbeiter kräftig nach aufwärts an die Klemme geschlagen.

Auf den Boden, knapp an das Rohr anschließend, werden 2 Holzstücke gelegt, auf welchen der Hozer beim Herabfallen ein Unterlager findet, da sonst der Hozer namentlich in weichem oder durchlöchertem Boden tief einsinken würde.

Das Rohr wird durch die Hozerlöcher anfangs langsam, bald jedoch rascher gehoben; dem entsprechend muß die Klemme wieder herabgelassen und festgeschraubt werden.

Jedes Rohrstück wird, so wie es vollständig in die Höhe gestiegen ist, abgeschraubt. — Die letzten zwei Rohrstücke werden gemeinlich mit freier Hand aus dem Boden gehoben werden können. Wenn das Brunnenrohr rückgebaut ist, müssen sämtliche Bestandtheile einer sorgfältigen Reinigung unterzogen werden.

## 11. Reparatur beschädigter Brunnen; Werkzeuge dazu.

a) Pumpe. Die Belagerung des Pumpenkolbens wird nach einiger Zeit, besonders wenn das Wasser großkörnigen Sand mit sich führt, schädigt werden, und in Folge dessen der Kolben nicht luftdicht im Zylinder passen.

In diesem Falle wird mittelst eines beigegebenen Schraubenschlüssels der Dedel der Pumpe abgeschraubt, der Kolben herausgenommen, zerlegt und das abgenützte Leder durch ein neues (Reserve-Leder) ersetzt.

b) Rohr e. Die Gewinde werden nach längerem Gebrauche entweder plattgedrückt oder aufgeprengt.

In ersterem Falle kann man durch die Feile die Reparatur bewirken. Ist die Beschädigung größer, so wird das Rohr festgemacht, die Gewinde des Rohres zwischen die Baden der beigegebenen Schraubenschneidfluppe genau eingelegt, die Baden angezogen und durch Drehung der Kluppe neuerdings geschärft. Im letzteren Falle muß das alte Gewinde abgeschritten (Rohr-Abschneider, Fig. 11) und mittelst der Kluppe ein neues Gewinde eingeschritten werden.

Die vorstehenden Regeln werden bei genauer Befolgung derselben und bei Verzicht und Andauer in der Manipulation jederzeit die nothwendigen Anhaltspunkte zur Herstellung von Verten'schen Brunnen bieten und es wird der Erfolg bei starrer Durchführung allemal den gebotenen Erwartungen entsprechen.

## 12. Pack-Ordnung.

Bei den Infanterie-Divisions-Sanitäts-Anstalten wird der für dieselben gebührende und mittelst Erlass vom 6. Juni 1873, Abth. 14, Nr. 1021, den betreffenden Garnisons-Spitälern zugewiesene Verten'sche Brunnen auf den beiden Deckelböden der Sanitäts-Material-Reserve verladen, und zwar:

München 1873.

Druck von C. K. Schurich.

a) Frei im Wagen Nr. 1: Am Boden des Mitt-raumes der Hozer (Mammfleg) zum Schlagwerke; auf die Risten die mit Packleinwand gut umwickeln und mit Stricken fest zusammen gebundenen Rohre auf Strohbauschen.

b) Frei im Wagen Nr. 2: Mit Packleinwand umwickeln und auf Strohbauschen gelegt der Dreifaß zum Schlag- (Mamm-) Werke — und die Riste mit den kleinen Bestandtheilen (Brunnen-Requisiten).

Die Verstellung der zum Packen erforderlichen Gegenstände, als: Stricke, Packleinwand, Strohbauschen etc. obliegt den zur Einrichtung der Infanterie-Divisions-Sanitäts-Anstalten berufenen Garnison-Ärzte.

Letztere haben überdies in eigener Regie

1. die Verpackung-Risten für die theils schwereren, theils leichteren Brunnen-Requisiten mit entsprechenden Unterteilungen zu versehen und mit schwarzer Oelfarbe anzustreichen, dann die Spitze an der Handhabe des Klammerschlüssels so abzuschrägen, damit derselbe auch als Hebel zum Vorstellen der Schrauben-Schneidklappe verwendet werden kann;

2. im Nothfalle für jede Brunnen-Ordnung drei Reserve-Ketten-Eider und zwei Reserve-Zugstricke beizustellen.

Beiträge

zur

# Ernährungsfrage.

Von

**Dr. J. Forster,**

Assistent am physiologischen Institute zu München.

(Separat-Abdruck aus der Zeitschrift für Biologie, Band IX, Heft 3.)

München 1873.

Druck von C. R. Schurich.

## Beiträge zur Ernährungsfrage.

Von

Dr. J. Forster,

Assistent am physiolog. Institute zu München.

Ueber die Grösse des menschlichen Nahrungsbedürfnisses liegen eine Reihe von Angaben vor, die neben dem allgemeinen, physiologischen Interesse meist durch bestimmte Fragen, wie die Wahl der Nahrung in Hospitälern oder Gefängnissen, die Versorgung von Truppen, Schiffen etc. mit Lebensmitteln veranlasst waren.

In neuerer Zeit nun gewinnt die Frage nach der Ernährung des Menschen, namentlich der niederen Volksklassen durch die Vermehrung der städtischen Arbeiterbevölkerung, die durch die rasche Entwicklung der Industrie bedingt ist, eine weitere öffentliche Bedeutung. Dass diese in der That schon in weiteren Kreisen erkannt wird, zeigt die von verschiedenen Vereinen und Personen ausgehende Einrichtung von Volksküchen, in denen gegen den Selbstkostenpreis einzelne Mahlzeiten abgegeben werden sollen, sowie das Bestreben kommunaler Behörden, bestimmte Gesichtspunkte über die Aufgabe und Wirksamkeit solcher Einrichtungen zu gewinnen, ein Bestreben, das durch die Absicht, dem städtischen Proletariat Schranken zu setzen, hervorgerufen ist.

Während nun bei der Verpflegung von Soldaten, Gefangenen etc. sich die Hauptfrage um die Menge der im Tage zu reichenden Nahrungstoffe richtet, gesellt sich im zweiten Falle hierzu noch die Frage, wie viel an den einzelnen Tagesmahlzeiten genossen werden soll, und welche Unterschiede in der menschlichen Kost und ihrer Vertheilung durch Alter, Geschlecht, Lebensweise, durch die Jahreszeit und dergl. verursacht sind.

Die Grösse der Gesamttagesration wurde bekanntlich bisher auf zweierlei Weise berechnet. Die Einen leiteten aus dem Verbräuche der Militärverwaltungen, aus amtlichen und privaten Verpflegungstabellen, aus grösseren Lieferungen von Lebensmitteln für den Bedarf von Arbeitern etc. Mittelwerthe ab, die um so richtiger erscheinen, je weniger die Menschen, für deren Verpflegung gemeinsam gesorgt wurde, von anderer Seite Speisen beziehen konnten. Auf diese Weise verfahren de Gasparin, Dumas und Payen, Liebig, Edw. Smith und insbesondere Playfair. Die Andern, wie Milne-Edwards, Moleschott, Parkes, Edw. Smith, berechneten aus der Menge des in den Exkrementen ausgeschiedenen Stickstoffes und des durch Haut und Lungen abgegebenen Kohlenstoffes die Grösse der nöthigen Zufuhr für den Tag. Von hervorragendster Bedeutung unter letztern Angaben sind die von Voit<sup>1)</sup> aufgestellten Zahlen, für welche als Maass die Menge des Stickstoffes und Kohlenstoffes diente, welche ein gesunder Mann einmal bei Ruhe, sodann bei angestrenzter Arbeit in einer Zeit ausschied, in der der Bestand seines Körpers völlig erhalten blieb. Die so aus den Beobachtungen des Gesamtstoffverbrauches am Menschen abgeleiteten Zahlen belaufen sich auf 18,3 Grm. Stickstoff und 328 Grm. Kohlenstoff. Das geringste tägliche Bedürfniss eines erwachsenen thätigen Menschen stellt sich demnach, in die Nährstoffe umgesetzt, die in den verschiedensten Nahrungsmitteln genossen werden können, neben Wasser, den Aschebestandtheilen und Genussmitteln, auf 118 Grm. Eiweiss, 56 Grm. Fett und 500 Grm. Stärkemehl.

Die von den einzelnen Autoren als nothwendig berechneten Mengen der täglichen Nahrung schwanken bekanntlich in ziemlichen Grenzen und selbst gegen die Voit'schen Zahlen könnte man immerhin den Einwand erheben, dass dieselben, nur aus der Stoffbilanz einzelner Tage gezogen, ein mittleres Nahrungsbedürfniss nicht repräsentiren, da man ja weiss, dass ein Gleichgewicht der Einnahmen und Ausgaben bei verschiedenen Mengen der Nährstoffe erreicht werden kann (Voit).

1) In einem leider nicht veröffentlichten „Gutachten über die Kost in Volksküchen.“

Was nun die Vertheilung des Speisegenusses auf verschiedene Tageszeiten betrifft, so ist geradezu auffallend, dass dieselbe bisher nur geringe Beachtung gefunden. Für die physiologische Nothwendigkeit einer solchen Vertheilung sprechen mehrere Gründe. Einmal dürfte der Mensch kaum im Stande sein, den ganzen täglichen Bedarf an Nahrungstoffen auf einmal in seinen Verdauungsapparat aufzunehmen. Sodann ist zu bedenken, dass die nothwendigen Verdauungssäfte nicht für die ganze Speisemenge so leicht ausreichen und dass durch die länger andauernde Arbeit eine Ueberanstrengung der Darmthätigkeit und damit eine Störung in der Verdauung erfolgen muss. Sollte selbst dies nicht der Fall sein, so würde endlich bei einer nur einmaligen Speiseaufnahme für den Tag das Blut zu lange im Darm angesammelt und hiedurch die Thätigkeit der übrigen Organe mehr oder weniger lange gelähmt werden, wie man dies ja nach Genuss einer überreichlichen Mahlzeit stets bemerken kann.

Ausserdem ist namentlich noch Folgendes zu würdigen: wir wissen nämlich, dass kürzere Zeit nach der Nahrungsaufnahme die Ausscheidung der Zersetzungsprodukte ansteigt,<sup>1)</sup> während sie in

1) Ein gesunder Erwachsener erhielt von mir Morgens 9 Uhr 500 Grm. fein gewiegtes Fleisch (mit 18,04 Grm. Stickstoff) und 48,3 Grm. Fett, nachdem derselbe den Abend vorher gehungert hatte. Durch 24 Stunden hindurch, während welchen Nichts mehr als Wasser genossen wurde, wurde fast stündlich der Harn entleert und dessen Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt bestimmt. Wenn ich die Zahlen von je 4 aufeinanderfolgenden Stunden addire, so berechnen sich nachstehende Reihen:

Tageszeit.	ausgeschiedener Stickstoff	ausgeschiedene Phosphorsäure
von 10-1 Uhr Vorm.	2,74	0,76
" 2-5 " Mittags	3,51	0,62
" 6-9 " Abends	3,36	0,42
" 10-1 " Nachts	3,36	0,41
" 2-5 " Früh	2,52	0,32
" 6-9 " Vorm.	2,56	0,29

In seinen „chem.-physiol. Untersuch.“ S. 42 hat Voit ebenfalls Versuche über die stündliche Harnstoffausscheidung nach einmaliger Nahrungsaufnahme veröffentlicht. Dessen Zahlen, in gleicher Weise auf je 4 Stunden berechnet, geben folgende Tabelle:



Tagesperioden, die von der Aufnahmezeit entfernter liegen, allmählig absinkt. Eine öftere Nahrungsaufnahme wird also auch eine gleichmässiger Vertheilung der Zersetzungen im Organismus und der daraus resultirenden Energie mit sich bringen.<sup>1)</sup>

Trotz der so grossen Bedeutung, welche die Vertheilung des Nahrungsgenusses für den Menschen hat, findet sich bei den zahlreichen früheren Angaben über die tägliche Nahrungsmenge nur selten eine Ausscheidung für die einzelnen Tageszeiten. Graf Lippe<sup>2)</sup> machte einen Versuch hiezu, indem er von der Tagesration die Nährstoffe, die in Kaffee mit Milch und Brod zum Frühstücke und in einer Mehlsuppe des Abends verzehrt werden sollten, abzog und den bleibenden Rest als Mittagessen ansetzte.

In der neuesten Zeit dagegen bestimmte Voit (vergl. sein Gutachten) an drei Arbeitern die Menge der zu den verschiedenen Mahlzeiten genossenen Nährstoffe und erhielt als Mittel für die Mittagsmahlzeit von der im ganzen Tage verzehrten Summe 50 % des Eiweisses, 61 % des Fettes und 32 % der Kohlehydrate.

Stunde nach der Nahrungsaufnahme	Harnstoff
1—4.	7.0
5—8.	11.3
9—12.	8.9
13—16.	7.6
17—20.	6.7
21—24.	6.4

1) Während des Feldzuges 1870/71 war ich einem Infanteriebataillone des I. bayrischen Armeekorps als Feldarzt zugetheilt. Namentlich während der 14tägigen Dezemberkämpfe um Orléans konnte man beobachten, dass in kurzer Zeit trotz ziemlich genügender Brod- und Fleischzufuhr Alles abmagerte und körperlich herabkam. Wenn jene Tage auch zu der schwersten Zeit des ganzen Feldzuges für uns zu zählen waren, so sind die Strapazen derselben allein nicht hinreichend, jene Erscheinung zu erklären. Ich schreibe dies wesentlich dem Umstande zu, dass zu jener Zeit fast die ganze Tagesration in der Regel nur einmal des Tages verzehrt werden konnte. Das dem Organismus zugeführte Material, namentlich die Kohlehydrate, war in kürzerer Zeit zum grossen Theil zersetzt, und die folgende Tageszeit über musste der Körper trotz der ziemlich reichlichen Zufuhr von seiner Substanz zehren. Daher, wie ich glaube, die Abmagerung und baldige Ermüdung.

2) Vergl. D'Alinge, zur Ernährungsfrage, in v. Schönberg's säch. Armengesetzgebung. Leipzig, 1864.

Da indess diese Zahlen an Arbeitern gewonnen wurden, die unter sehr guten und gleichen Arbeits- und Erwerbs-Verhältnissen lebten (Arbeiter aus einer optisch-astronomischen Anstalt, deren Bezahlung eine verhältnissmässig sehr hohe ist), so bedarf die gemachte Beobachtung der Wiederholung an anderen Menschen.

Voit hat hier zu gleicher Zeit den dritten Weg der Bestimmung des menschlichen Nahrungsbedürfnisses überhaupt angegeben, nämlich den der direkten Beobachtung an einzelnen Personen.

Auf diesem Wege habe ich es nun unternommen, an Menschen, die unter verschiedenen Lebens- und Arbeitsbedingungen sich befinden, einmal die Menge der von denselben im Tage verbrauchten Nahrung zu bestimmen, und sodann zu untersuchen, in welchen Quantitäten auf die einzelnen Mahlzeiten vertheilt jene genossen wird. Soweit mein Material reichte, konnte ich ferner berechnen, in welchen Verhältnissen die Hauptnahrungsmittel, wie Fleisch und Brod, oder einzelne Nährstoffe, wie Fett und Stärkemehl, verzehrt werden; und endlich fand ich Gelegenheit, einige durch Alter und Geschlecht bedingte Verschiedenheiten in der Ernährung in Zahlen darzulegen.

Zur Beobachtung wurden zwei Arbeiter, zwei junge Aerzte, Pfründnerinnen und zwei Kinder in den ersten Lebensmonaten, aus einer Arbeiter- und Beamtenfamilie, gewählt.

Die Untersuchungen wurden in folgender Weise geführt:

Bei der grossen Uebung, welche die mit der Speisevertheilung beauftragten Personen in den Restaurationen einer grossen Stadt erlangen, ist mit aller Sicherheit anzunehmen, dass die daselbst abgegebenen Portionen der nämlichen Speise annähernd von gleicher Grösse sind. Ich habe daher in allen Fällen, in welchen meine Versuchspersonen ihre Mahlzeiten in Gasthäusern verzehrten, eine der verzehrten gleich grosse Portion der einzelnen Speisen, sobald jene sie erhielten, in fest verschlossene Blechbüchsen füllen und sofort in das Laboratorium bringen lassen. Hier wurden die Speisen alsbald zur Bestimmung der frischen Substanz gewogen und in Schalen bei 100° getrocknet. Wurden die Mahlzeiten nicht im Gasthause, sondern in der Familie eingenommen, so brachte das betreffende Versuchsindividuum sofort bei Tische

genau die Menge der Speisen, welche es verzehrte, in die Blechbüchsen, worauf dieselben dann wie die ersteren behandelt wurden. Kaffeeabsud, Milch und Brod wurden ebenfalls entweder sofort in wohl verschlossenen Gefässen ins Laboratorium getragen oder deren Menge zu Hause im Messcylinder abgemessen oder auf einer feinen Handwaage abgewogen. Als Maass des Bieres nahm ich die Mengen in Cc., welche in den Gasthäusern in geaicheten Gläsern vorgemessen wurden.

Von allen Speisen berechnete ich den Eiweissgehalt<sup>1)</sup> aus dem Stickstoffgehalte (16.5 Grm. N = 100 Grm. Eiweiss). Der Stickstoffgehalt wurde entweder direkt durch Verbrennen der Trockensubstanz mit Natronkalk und Auffangen des erhaltenen Ammoniaks in titrirter Schwefelsäure bestimmt, oder nach bereits bekannten Analysen, die grossentheils von Prof. Voit ausgeführt waren, berechnet.

Den Fettgehalt bestimmte ich bei jeder einzelnen Speise durch Extraktion der bei 100° getrockneten, fein pulverisirten Substanz mit kochendem Aether.

Die Menge der Kohlehydrate ergab sich theils aus vorliegenden Analysen (Hildesheim, Voit, Wolff), theils nach Abzug der Aschemenge aus der Differenz der Gewichte des Eiweisses und Fettes und des Gesamtgewichtes.

Man sieht, dass das bei der Untersuchung befolgte Verfahren für den beabsichtigten Zweck vollkommen ausreichend ist.

Die Resultate dieser meist im vorigen Wintersemester ausgeführten Untersuchungen habe ich in den nachstehenden Tabellen, mit welchen ich die mir gestellte Aufgabe zu lösen versuche, zusammengefasst.

1. Welches ist die Menge der vom Erwachsenen verzehrten Nahrung?

Es war mit einer gewissen Schwierigkeit verknüpft, aus der Arbeiterklasse zu Ernährungsbeobachtungen geeignete Menschen

<sup>1)</sup> In einer Nahrung, die die genügende Menge von Eiweiss enthält, sind für gewöhnlich auch genügend Aschebestandtheile enthalten (vergl. meine Abhandlung: Ueber die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung, Ztschr. f. Biol. Bd. 9). Ich habe diese daher hier vernachlässigt.

aufzufinden. Einmal handelte es sich um Beschaffung solcher Personen, die bei Verrichtung gewöhnlicher Tagesarbeit ein ordentliches und geregeltes Leben führten und nicht etwa allzugrossem Biergenusse fröhnten, und dann musste ich mich in gewissen Grenzen auf die Intelligenz und Gewissenhaftigkeit jener verlassen können, da es wohl unmöglich ist, ohne Beschränkung der Freiheit eines Individuums und somit völlige Veränderung der Lebensweise nach einer willkürlichen oder berechneten Annahme, eine genaue Controlle aller Einnahmen zu führen. Es gelang mir jedoch nach einigen Bemühungen, 2 Individuen, die diesen Anforderungen völlig entsprachen, aufzutreiben. Um die Versuchspersonen nicht zu ermüden und dadurch nicht die Resultate zu trüben, habe ich die Beobachtungen nur auf je 3 aufeinanderfolgende Tage ausgedehnt

I. Kost eines unverheiratheten Arbeiters.

Der mit I bezeichnete Arbeiter ist ein etwa 36 Jahre alter, kräftiger Dienstmann, dessen täglicher Erwerb bei ziemlich anstrengender Arbeit die Summe von 2 Gulden im Durchschnitt überschreitet. Da derselbe unverheirathet ist, so verzehrt er das Mittagessen im Gasthause, Frühstück und Abendessen jedoch bei einer verwandten Arbeiter-Familie, bei welcher er auch wohnt.

Nachstehend ist die Kost desselben für die einzelnen Tage zusammengestellt. Hier, wie auch in den folgenden Reihen, gebe ich zuerst die Speisen, welche die Versuchsperson genoss, und dann die Menge der Nahrung und der darin enthaltenen Nährstoffe in Grammen an.

Speisen:

Frühstück:

Alle 3 Tage: Kaffee mit Milch, Zucker und zwei Broden.

Mittagessen:

1. Tag: Brodsuppe, Würste mit Sauerkraut, Brod, Bier.
2. " Röllgerstensuppe, Fleisch mit Kraut, Brod, Bier.
3. " Sagosuppe, Fleisch mit gelben Rüben, Brod, Bier.

Nachmittags:

1. Tag: Brod, Bier.
2. " Würstchen, Brod, Bier.
3. " Käse, Brod, Bier.

## Abends:

1. Tag: Geriebene Teigsuppe, Fleisch, Kartoffel, Brod, Bier.
2. " Brennsuppe, Eierschmarren, Zwetschen, Brod, Bier.
3. " Einlaufsuppe, Fleisch, Weisskraut, Brod, Bier.

## Nährstoffe:

## 1. Gesamtmenge für den Tag:

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	4090.6	658.5	3437.1	129.8	51.9	446.1
2.	4194.8	702.4	3492.4	119.0	118.0	441.5
3.	4194.8	674.6	3520.2	149.2	115.8	377.9

## II. Kost eines verheiratheten Arbeiters.

Der Arbeiter Nr. II ist ein gegen 40 Jahre alter Schreiner-  
geselle mit ziemlich sicherem Erwerbe, der jedoch die Summe von  
2 Gulden täglich nicht ganz erreicht. Von Nr. I unterscheidet er sich  
in seinen Lebensverhältnissen jedoch wesentlich dadurch, dass er  
verheirathet ist. Dem entsprechend erhält er, nach eigener Wahl,  
seine ganze Kost zu Hause von seiner Frau zubereitet und ist  
daher nicht, wie Nr. I, auf die im Gasthause gereichten Portionen  
angewiesen. Da er ferner stets ausserhalb des Hauses beschäftigt  
ist, so geniesst er nur drei Mahlzeiten am Tage und nicht vier,  
wie der erste von mir beobachtete Arbeiter.

Speisen und Nahrungsmengen in 3 Tagen sind bei demselben  
folgende:

## Speisen:

## Frühstück:

Alle 3 Tage: Kaffee mit Milch, Zucker und Brod.

## Mittagessen:

1. Tag: Erbsensuppe, Fleisch, Sauerkraut, Brod.
2. " Brennsuppe, s. g. Rohrnudeln, Zwetschen, Brod.
3. " Geriebene Teigsuppe, Fleisch, Kartoffeln.

## Abendessen:

1. Tag: Käse, Brod, Bier.
2. " Wurst, Brod, Bier.
3. " Käse, Brod, Bier.

## Nährstoffe:

## 2. Gesamtmenge für den Tag:

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	2951.2	735.7	2215.5	150.1	91.9	460.3
2.	3267.8	803.2	2464.6	126.6	45.2	599.9
3.	3002.4	633.4	2369.0	116.6	65.8	421.8

Um einen Gegensatz zur Ernährungsweise der aus der Arbeiter-  
klasse gewählten Personen zu erhalten, bestimmte ich die Nahrung  
zweier junger Aerzte (III und IV) als Repräsentanten einer besser  
situirten Menschenklasse, die beide etwa 30 Jahre alt, wenn auch  
keine schwere Körperarbeit zu verrichten hatten, so doch ihrem  
Berufe entsprechend sich den Tag über in steter Bewegung befanden  
und in rogerer Weise sich geistig zu beschäftigen gezwungen waren.  
Beide verzehrten ihre Mittag- und Abendmahlzeit im Gasthofe,  
während sie das Frühstück zu Hause einnahmen. In III. habe ich  
die eintägige Beobachtung der Nahrungsweise des einen, in IV.  
die zweitägige Untersuchung der Ernährungsverhältnisse des andern  
jungen Mannes zusammengefasst.

## III. Kost eines Erwachsenen aus der gebildeten Klasse.

## Speisen:

Frühstück: Kaffee, Milch, Zucker, Brod.

Mittagessen: Tapiokasuppe, Fleisch, Kartoffel, Dampfnudeln,  
Brod, Bier, Kaffee, Milch, Zucker.

Abendessen: Gebratenes Fleisch, Kartoffeln, Bier, Brod.

## Nährstoffe:

## 3. Gesamtmenge im Tage;

frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
4142.4	601.3	3538.1	126.6	88.8	361.8

## IV. Kost eines Erwachsenen aus der gebildeten Klasse.

## Speisen:

## Frühstück:

Beide Tage: Kaffee, Milch, Zucker, Brod.

## Mittagessen:

1. Tag: Griessuppe, Fleisch, Rothkraut, Dampfndeln, Brod.

2. " Geriebene Teigsuppe, Fleisch, Spinat, Bavesen, Brod.

## Abendessen:

1. Tag: Bratenfleisch, Brod, Bier.

2. " Gebratenes Fleisch, Brod, Bier.

## Nährstoffe:

## 4. Gesamtmenge für den Tag:

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	3122.1	518.7	2603.4	134.5	76.6	304.8
2.	2773.2	551.4	2221.8	134.4	127.6	278.6

Aus den für die einzelnen Tage erhaltenen Zahlen berechnen sich als mittlere Tagesmengen für die verschiedenen Versuchspersonen:

## 5.

Versuchsperson	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
I	4160.1	676.8	3483.2	132.6	95.8	421.8
II	3073.8	724.1	2349.7	131.1	67.6	494.0
III	4142.4	604.3	3538.1	126.6	88.8	361.8
IV	2947.6	535.0	2412.6	134.4	102.1	291.7

und als mittlere Nahrungsmenge für den arbeitenden Erwachsenen in München (aus allen 4 Beobachtungen):

## 6.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
9	3581.0	635.0	2945.9	131.2	88.4	392.3

## oder:

131.2 Grm. Eiweiss	=	20.3 Grm. Stickstoff,	70.1 Grm. Kohlenstoff
88.4 " Fett	=	" " " 67.9 " "	
392.3 " Kohlehydrate	=	" " " 174.2 " "	

20.3 Grm. Stickstoff, 312.2 Grm. Kohlenstoff

Die vorstehenden Zahlen geben zu mehreren Betrachtungen Anlass. Das Gewicht der von den beiden Arbeitern I und II genossenen frischen Substanzen (s. Tabelle 1 und 2) ist an den einzelnen Versuchstagen auffallend gleich, während die in denselben verzehrte Menge der trockenen Substanz sich sehr verschieden ergibt. Es liegt nahe, daraus zu schliessen, dass für gewöhnlich der Sättigungszustand von den einzelnen Menschen durch eine bestimmte Gewichtsmenge, die vielleicht nach der Gewohnheit des Einzelnen eine verschiedene ist, unabhängig von der Menge der darin enthaltenen Trockensubstanz erreicht wird. Auch die Zahlen in Tabelle 3 und 4 widersprechen einem solchen Schlusse nicht.

Mit der Trockensubstanz schwanken die Mengen der verzehrten Nahrungstoffe. Insbesondere ist es das Eiweiss, welches an je einem Beobachtungstage bei den beiden Arbeitern beträchtlich in die Höhe steigt. Bei I erklärt sich die hohe Eiweisszahl des 3. Tages durch den Zusatz von Käse zu der übrigen Nahrung, wobei ich natürlich von der Ausnützung desselben gänzlich absehe; bei dem Arbeiter II dagegen, welcher neben eiweisreichem Käse in der Erbsensuppe des 1. Tages verhältnissmässig viel Eiweiss verzehrte, tritt ein Umstand zu Tage, der sehr häufig vernachlässigt wird. Man betrachtet nämlich in der Regel alle Gemüse als gleichwerthig für die Ernährung, obwohl die einzelnen Arten derselben ganz verschiedene Mengen der Nährstoffe enthalten. Nach dem Kostroglement für die Gefängnisse z. B., das die bayerische

Regierung im Jahre 1862<sup>1)</sup> als heute noch gültige Norm für die Lieferungen der Gefängniswärter aufstellte, sind Erbsen, Bohnen, Linsen, Möhren, Kraut und Rüben etc. in je gleichen Gewichtsmengen den Gefangenen an den einzelnen Wochentagen zu reichen.

Die Zahlen, welche die Menge des auf die verschiedenen Tage treffenden Fettes und der Kohlehydrate darstellen, scheinen zusammenhanglos anzusteigen oder zu sinken.

Man sieht, dass die Beobachtungen einzelner Tage nicht mit den grossen Durchschnittszahlen übereinstimmen. Es sind tägliche Schwankungen vorhanden und sie müssen wohl vorhanden sein. Allein diese Schwankungen bewegen sich doch in solchen Grenzen, dass aus dem Mittel mehrerer Tage sich eine auffallende Gleichmässigkeit ergibt. In der That zeigt sich aus der Tabelle 5, in welcher ich diese Mittel zusammenstellte, einmal, dass die im Tage durchschnittlich verzehrte Eiweissmenge des thätigen Erwachsenen unter verschiedenen Verhältnissen ziemlich die gleiche bleibt; und dann lernen wir die interessante Thatsache kennen, dass mit grosser Regelmässigkeit bei einem Ansteigen der Fettmenge die Summe der Kohlehydrate sich verkleinert, ein Umstand, der bei Betrachtung der einzelnen Tage nicht hervortritt.

Die aus den Beobachtungen an allen 4 Personen berechneten Mittelwerthe, welche (s. Tabelle 6) die Nahrungsmenge eines arbeitenden Mannes in München darstellen, sind nur wenig entfernt von den Zahlen, welche Voit, wie oben angegeben, nach seinen Versuchen als zum Mindesten nothwendig forderte.

## 2. In welcher Weise auf die Tageszeiten vertheilt wird die Nahrung verzehrt?

In den nachstehenden Tabellen 7—11 habe ich die von den oben erwähnten Personen zu den verschiedenen Tageszeiten verzehrte frische und trockene Substanz, sowie die darin enthaltenen Nährstoffe und zwar zuerst die an den verschiedenen Tagen verbrauchten Mengen, sodann deren Mittel zusammengestellt. Aus letzteren berechnete ich für jede Columne die Menge der Substanz, wenn die gesammte Tagesmenge = 100 gesetzt wird, sowie das Mittel aus den 4 Zahlenreihen. Dadurch erhalte ich die Tabellen 12 u. 13.

1) Vergl. bayr. Regierungsb. f. 1862 S. 1263.

## I.

## 7.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Früh:						
1.	—	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—
3.	504.0	106.4	397.6	16.6	8.0	79.6
Mittags:						
1.	1283.8	206.3	1077.5	47.1	27.3	122.4
2.	1286.5	184.5	1102.0	32.9	53.5	89.8
3.	1291.3	184.6	1106.7	33.1	47.1	97.3
Nachmittags:						
1.	581.0	87.0	494.0	10.8	—	72.9
2.	670.9	120.5	550.4	29.0	14.2	72.9
3.	684.4	156.1	528.3	44.1	27.6	72.9
Abends:						
1.	1721.8	253.8	1468.0	55.3	16.6	171.2
2.	1733.4	291.0	1442.4	40.5	42.3	199.2
3.	1715.1	227.5	1487.6	55.4	33.1	128.1

## II.

## 8.

Tage	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Früh:						
1.	868.0	208.7	659.3	31.4	6.1	162.1
2.	878.0	209.5	668.5	31.9	6.8	161.8
3.	910.0	215.5	694.5	33.8	8.6	163.7
Mittags:						
1.	746.3	229.3	517.0	52.9	55.3	118.5
2.	1045.8	316.0	729.8	41.8	27.7	238.5
3.	842.6	185.9	656.7	33.4	34.3	111.9

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Abends:						
1.	1344.9	297.7	1047.2	65.8	30.5	184.7
2.	1344.2	277.7	1066.5	52.9	10.7	204.6
3.	1249.8	232.0	1017.8	49.4	22.9	146.2
III.						
9.						

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Früh:						
1.	278.0	48.3	229.7	5.4	1.2	39.3
Mittags:						
1.	1955.4	285.1	1670.3	67.5	39.4	165.8
Abends:						
1.	1909.0	270.9	1638.1	53.7	48.2	156.7
IV.						
10.						

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Früh:						
2.	265.5	50.8	214.7	5.5	2.6	40.5
Mittags:						
1.	1252.4	230.8	1021.6	58.4	56.0	123.0
2.	938.1	259.9	678.2	55.4	83.5	97.4
Abends:						
1.	1604.2	237.1	1367.1	70.6	18.0	141.3
2.	1574.6	240.7	1333.9	73.5	41.5	140.7

## 11. Mittel für einen Tag.

Versuchsperson	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Frühstück.						
I.	504.0	106.4	397.6	16.6	8.0	79.6
II.	885.0	211.2	673.8	32.4	7.2	162.5
III.	278.0	48.3	229.7	5.4	1.2	39.3
IV.	265.5	50.8	214.7	5.5	2.6	40.5
Mittagessen.						
I. <sup>1)</sup>	1932.6	313.0	1619.6	65.7	56.6	176.1
II.	878.2	243.7	634.5	42.7	39.1	152.0
III.	1955.4	285.1	1670.3	67.5	39.4	165.8
IV.	1092.7	245.3	847.4	56.9	69.7	110.2
Abendessen.						
I.	1723.4	257.4	1466.0	50.4	30.7	166.2
II.	1313.0	263.1	1049.9	56.0	21.4	178.5
III.	1909.0	270.9	1638.1	53.7	48.2	156.7
IV.	1589.4	238.9	1350.5	72.0	29.7	141.0

Aus den Tabellen 5 und 11 berechnet sich, die Gesamtmenge des täglichen Verbrauches als 100 angenommen, für die einzelnen Mahlzeiten und Personen:

1) Die für Mittags und Nachmittags bei I. erhaltenen Mittelwerthe sind folgende:

	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Mittags:	1237.2	191.5	1095.4	37.7	42.6	103.2
Nachmittags:	645.4	121.2	524.2	28.0	13.9	72.9

Die Summen der beiden Reihen habe ich oben als mittleren Werth für das Mittagessen eingefügt.

## 12. Von 100 Verzehrtem treffen auf das

Versuchsperson	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
<b>Frühstück:</b>						
I.	12	16	11	12	8	19
II.	29	29	29	25	11	33
III.	7	8	7	4	1	11
IV.	9	9	9	4	2	14
<b>Mittagessen:</b>						
I. <sup>1)</sup>	46	46	47	50	59	42
II.	29	34	27	33	58	31
III.	47	47	47	53	44	46
IV.	37	46	35	42	68	38
<b>Abendessen:</b>						
I.	42	38	42	38	33	39
II.	42	37	44	42	31	36
III.	46	45	46	43	55	43
IV.	54	45	56	54	30	48

Hieraus ergibt sich als Mittel aus allen 4 Beobachtungen:

## 13. Mittel in %:

	frisch	trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydr.
Frühstück:	14	15	14	11	6	19
Mittags:	40	43	39	45	57	39
Abends:	46	42	47	44	37	42
	100	100	100	100	100	100

Die in Tabelle 12 berechneten Zahlen lassen keine besondere Regelmässigkeit erkennen. Doch scheint es, als ob die Menge

1) Bei I. erhält man für das Mittags und Nachmittags Verzehrte in Prozent des Tagesverbrauches:

	frisch	trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydr.
Mittags:	31	28	32	28	45	25
Nachmittags:	15	18	15	22	14	17

der am Abende verzehrten Speisen bei verschiedenen Personen ziemlich gleichmässig bleibt, während Frühstück und Mittagessen, je nach der Schwere der zu verrichtenden Körperarbeit, sich gewissermassen compensiren. Bei Nr. I, dem Arbeiter, der relativ die schwerste Arbeit leistet, sind die für das Mittagessen allein erhaltenen Zahlen verhältnissmässig klein, überschreiten aber den aus den 4 Beobachtungen berechneten Mittelwerth (s. Tabelle 13) durch Hinzufügung des während des Nachmittags Verzehrten (s. Anmerkung zu Tabelle 12). Man sieht, dass die theoretische Forderung einer gleichmässigen Vertheilung der Nahrungsaufnahme bei schwerer Arbeit in praxi erfüllt wird.<sup>1)</sup>

Bemerkenswerth ist noch, dass der Verbrauch von Fett fast bei allen Versuchspersonen zum grossen Theile auf das Mittagessen, also mitten in die Arbeitszeit, trifft. Dasselbe ist bei den von Voit berechneten Verhältnisszahlen für das Mittagessen (s. o.) der Fall.

Auffallenderweise fällt der Ersatz von Wasser, wohl verursacht durch den grösseren Biergenuss am Abende, nicht auf die Arbeitszeit, sondern nach derselben, ein Verhältniss, das wesentlich von der Jahreszeit abhängig sein dürfte.

Weitere und in grösserem Umfange angestellte Untersuchungen müssen zeigen, wie weit diese Verhältnisse gleichmässig bleiben und welchen Einfluss die Leistungen eines Individuums darauf üben.

Ich habe mit Bezug auf die Beschaffenheit der Nahrung meiner Versuchspersonen nachstehend einige Tabellen berechnet. Die Nahrung des Menschen besteht bekanntlich nicht aus den einzelnen Nährstoffen für sich, sondern aus Gemengen derselben, die man Nahrungsmittel nennt. Verschiedene Nahrungsmittel sind aber von ganz verschiedener Bedeutung für die Ernährung des Menschen, je nachdem sie in dessen Verdauungsorganen ausgenützt werden. So wissen wir z. B.,<sup>2)</sup> dass ein gesunder Erwachsener

1) Bekanntlich wird von den meisten Arbeitern Vormittags und Nachmittags das s. g. Vesperbrod verzehrt, ein Bedürfniss, das Menschen von sitzender Lebensweise nicht so sehr empfinden.

2) G. Meyer, Zeitschr. f. Biol. VII, 21.

von dem Stickstoffe des genossenen Münchener Roggenbrodes, dessen sich die von mir beobachteten Personen namentlich bedienten, 22 % unangelaugt ausschied. Aus Versuchen, welche Fr. Hofmann <sup>1)</sup> am Menschen anstellte, geht hervor, dass bei vegetabilischer Nahrung bis zu 47 % des aufgenommenen Stickstoffes unbenutzt wieder abgeht, während bei Fleischnahrung bekanntlich kaum Koth gebildet wird. <sup>2)</sup>

Ein anderer Punkt, der ins Auge zu fassen ist, ist das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten. Beide können sich, wie bekannt, in der Nahrung des Menschen in weiten Grenzen vertreten, verhalten sich aber nicht völlig identisch. Ein Unterschied ist wohl in der verschiedenen Art der Resorption beider Nährstoffe zu suchen; ein anderer liegt darin, dass, während eine Aufspeicherung von Nahrungsfett im Organismus sehr wohl möglich ist, die in den Körper aufgenommenen Kohlehydrate alsbald den Bedingungen der Zersetzung unterliegen und hiebei nur aus dem Eiweiss erzeugtes Fett in den Organen sich anlagern kann (Voit).

Ich habe es daher für wichtig befunden, in den von mir beobachteten Fällen einmal die Menge der Hauptnahrungsmittel des Menschen, des Fleisches und Brodes, und hiezu des Bieres, sowie deren Gehalt an Eiweiss oder Kohlehydraten zu bestimmen und zu berechnen, wie viel an diesen Nährstoffen, die tägliche Gesamtsumme = 100 gesetzt, in denselben verzehrt wurde, und zweitens das Verhältniss des Fettgenusses zu der Menge der Kohlehydrate festzustellen.

Es ist leicht ersichtlich, dass jene Nahrung, die die grössere Menge von Fleisch und, da vorzugsweise die animalische Kost fettreich ist, auch von Fett in sich schliesst, als die ausgiebigere und demnach bessere zu betrachten ist.

Ich habe in Tabelle 14 die Menge des aus dem bekannten Eiweissgehalte berechneten Fleisches und des Brodes nebst dem

1) Voit, Sitz-Ber. d. Münch. Akad. d. Wiss. Dezbr. 1863.

2) In meinem oben erwähnten Versuche, bei welchem ein Mann 500 Grm. Fleisch mit nur wenig Fett verzehrte, erhielt ich durch Abgrenzung mit nicht gar gekochten Linsen (nach Fr. Hofmann's Vorgange) 6,4 Grm. frischen = 2,2 Grm. trockenen Fleischkothes.

darin enthaltenen Eiweisse, in Tabelle 15 die Menge des getrunkenen Bieres mit der in letzterem und im Brode eingenommenen Quantität der Kohlehydrate und in Tabelle 16 das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten als Mittel aus den Beobachtungen der 4 Versuchspersonen zusammengefasst.

#### 14. Eiweiss in Fleisch und Brod im Tage (Mittel aus den Beobachtungstagen):

Versuchsperson	frisches Fleisch <sup>1)</sup>	Eiweiss darin	Eiweiss in % des Gesamteiwisses p. d.	frisches Brod <sup>2)</sup>	Eiweiss darin	Eiweiss in % des Gesamteiwisses p. d.
I.	231	50,8	38,3	318	34,3	25,9
II.	92	20,2	15,4	596	54,3	35,2
III.	368	80,9	63,9	107	9,8	7,7
IV.	403	88,7	66,0	193	19,8	14,7

#### 15. Kohlehydrate in Bier und Brod: 2)

Versuchsperson	Verbrauchtes Bier in Ce.	Kohlehydrate darin in Gr.	% derselben von der Menge des Tages	Kohlehydrate im Brode	% der ganzen Tagesmenge
I.	2000	104,0	24,7	183,2	43,4
II.	1000	52,0	10,5	291,4	59,0
III.	2000	104,0	28,7	61,6	17,0
IV.	1250	65,0	22,3	111,2	38,1

#### 16. Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten:

- I. 1 zu 4,4  
 II. 1 „ 7,3  
 III. 1 „ 4,1  
 IV. 1 „ 2,9

1) 22 Grm. Eiweiss des trockenen Fleisches = 100 Grm. frisches Fleisch.  
 2) Als käffliches Schwarzbrod berechnet, da es auch meist als solches verzehrt wurde: 100 Grm. frisch = 10,8 Grm. Eiweiss und 57,6 Grm. Kohlehydrate (Voit).



Wie zu erwarten war, zeichnet sich die Kost der beiden Aerzte III und IV (Tabelle 14) durch ihren hohen Fleischgehalt vor der Kost der Arbeiter aus. Am ersichtlichsten wird dies aus der 3. Columne, in welcher der Eiweissgehalt derselben in Prozenten der im Tage verzehrten Eiweissmenge überhaupt ausgedrückt ist. Man hat mit Recht, in Anerkennung des Werthes der Fleischnahrung, der Grösse des Fleischverbrauches bei einer Bevölkerung stets Aufmerksamkeit gewidmet (in jüngster Zeit Schiefferdecker, Majer); man sieht jedoch aus dem verschiedenen Fleischgehalte der Nahrung bei meinen Versuchspersonen, dass man sich wohl hüten muss, die durch die Verbrauchsbesteuerung gewonnenen Zahlen in verschiedenen Städten einfach auf die Kopffzahl der konsumptionsfähigen Bevölkerung zu berechnen und den höheren Verbrauch an einem Orte, wie dies Dr. C. Majer gerade von München thut<sup>1)</sup>, aus einem durch klimatische Verhältnisse und durch die hohe Lage gesteigerten Respirationsprozesse zu erklären.

Entsprechend dem geringern Fleischgenusse bei den Arbeitern ist deren Brodkonsum für den Tag erheblich grösser.

Aus Tabelle 15 scheint hervorzugehen, dass in München der grössere Theil des Bedarfes an Kohlehydraten durch Bier und Brod gedeckt wird. Bei 3 der beobachteten Personen ist die Menge der im genossenen Biere enthaltenen Kohlehydrate etwa  $\frac{1}{4}$  der täglichen Gesamtsumme derselben. Wenn man bedenkt, dass die im Biere enthaltenen gelösten Nährstoffe wohl vollständig resorbirt werden, während dies beim Brode und den Gemüsen nicht der Fall ist, so ist nicht zu bestreiten, dass das Bier neben einem gesuchten Genussmittel auch ein wichtiges Nahrungsmittel ist.

Was das Verhältnis von Fett zu den Kohlehydraten betrifft, so hat Voit (a. a. O.), auf eine Reihe militärischer Kostsätze gestützt, angenommen, dass auf 9 Theile Kohlehydrate zum Mindesten ein Theil Fett zu reichen wäre, und hat dem entsprechend als Bedürfniss für einen Tag 56 Grm. Fett und 500 Grm. Stärkemehl berechnet.

1) Deutsche Viertelj. f. öff. Gesundh.-Pfl. V, 390.

Die von mir am Arbeiter erhaltenen Verhältnisszahlen (s. Tab. 16) sind erheblich geringer und bei dem Arbeiter I, welcher bei schwererer Arbeit auch grösseren Lohn empfängt als Nr. II, fast dieselben wie bei den Aerzten III und IV, welche mit ihrer reichlichen Fleischkost auch mehr Fett genossen.

Sämmtliche vorausstehenden Zahlen sind an erwachsenen Männern, die unter verschiedenen Lebensverhältnissen sich befanden, gewonnen. Ich habe nun auch zu bestimmen versucht, in welcher Weise das Nahrungsbedürfniss durch Alter und Geschlecht beeinflusst wird. Das mir vorliegende Material beschränkt sich auf die Beobachtung der Ernährung von alten Frauen und zwei in den ersten Lebensmonaten stehenden Kindern.

#### V. Pfründnerinnen-Kost.

Die städtischen Pfründnerinnen-Anstalten in München sind Wohnstätten einer Anzahl von armen Personen weiblichen Geschlechtes, die, wenn sie durch Alter erwerbsunfähig geworden, daselbst auf Kosten der Stadt unterhalten werden. In einer dieser Anstalten ist Hausregie und Verpflegung der Greisinnen gegen Bezahlung den Mitgliedern einer weiblichen religiösen Genossenschaft übergeben.

Von diesen wird zur Speisung ihrer Pflegebefohlenen und zum eigenen Unterhalte die Bereitung der Kost in grösserem Maasse betrieben und von den absichtlich in geringem Ueberflusse gekochten Speisen an ausserhalb der Anstalt befindliche ärmere Leute um einen Preis abgegeben, der durch den Einkauf der Lebensmittel in Grossen möglichst niedrig gestellt werden kann.

Als Frühstück erhalten nun die Pfründnerinnen eine s. g. Brennstuppe (oder gegen besondere Bezahlung von 2 Kreuzern Kaffee mit Milch). Das Mittagessen besteht aus Suppe, gekochtem Fleische und Gemüse, das Abendessen aus Suppe nebst Brod, letzteres in einer Menge, wie es für 2 Kreuzer vom Bäcker erhalten wird.

Hiefür bezahlt der Magistrat, wie die Vorsteherin der Anstalt mittheilte,  $12\frac{3}{4}$  Kreuzer.

Nach Aussage aller Ordensmitglieder, die selbst jedoch eine etwa bessere Kost erhalten, wäre das gereichte Essen für eine

alte Person völlig ausreichend. Ein Theil der Pfründnerinnen verzehrte nicht mehr, als ihnen von der Anstalt gegeben würde. Ein anderer Theil jedoch wäre durch Geschenke etc. in den Stand gesetzt, sich des Nachmittags etwas Kaffee oder  $\frac{1}{4}$  –  $\frac{1}{2}$  Liter Bier, oder des Abends Käse oder Wurst um den Preis von 3 Kreuzern zu kaufen.

Suppen und Gemüse werden bei jeder Mahlzeit in der Küche den anwesenden Pfründnerinnen mit dazu bestimmten Messgefäßen vorgemessen, das Fleisch von der Vorsteherin gleichmäßig ausge-theilt. Ich habe sieben Tage hindurch bei jeder solchen Vertheilung die gleiche Menge der Speisen erhalten, wie die Pfründnerinnen, dieselben sofort in Blechgefäßen verschlossen ins Laboratorium gebracht und hier in der bereits oben angegebenen Weise weiter behandelt.

Die Resultate dieser Untersuchungen geben die nachstehenden Tabellen, die ich fast ebenso wie die vorhergehenden Tabellen anordnete.

## Nährstoffe:

Gesamtmenge für den Tag:

17.

Tag	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
1.	2479.9	469.7	2070.2	64.0	50.0	273.6
2.	2070.4	420.1	2250.3	68.3	61.0	279.7
3.	2502.2	374.1	2128.1	67.3	26.1	259.1
4.	2192.2	352.3	1840.0	62.4	39.3	244.0
5.	2515.7	474.5	2041.2	68.7	16.0	284.6
6.	2380.1	367.7	2012.4	65.5	41.7	247.2
7.	2439.1	411.4	2027.7	71.8	34.1	273.4

Daraus berechnet sich als Mittel der 7 Tage:

frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
2454.2	401.4	2052.8	67.0	38.2	265.9

oder 10.4 Grm. Stickstoff und 183.2 Grm. Kohlenstoff.

Rechne ich hiezu noch das Mittel der in Käse oder Wurst enthaltenen Stoffe, welche von einem Theile der Frauen des Abends mehr verzehrt wurden, so erhalte ich

79.8 Grm. Eiweiss  
48.6 + Fett  
265.9 + Kohlehydrate oder 12.4 Grm. Stickstoff und 193.0 Grm. Kohlenstoff als mittlere Menge der im Tage verbrauchten Nahrung.

Für die einzelnen Mahlzeiten ergibt sich folgendes Mittel aus der sieben-tägigen Reihe:

	frische Substanz	bei 100° trocken	Wasser	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
Frühstück:	670.9	77.0	593.9	10.0	3.1	62.5
Mittags:	1121.5	157.3	964.2	33.8	31.3	70.8
Abends:	661.8	167.1	494.7	23.2	3.9	132.6

oder in Prozenten des Tagesverbrauches:

Frühstück:	27	19	29	15	8	23
Mittags:	46	39	47	50	82	27
Abends:	27	42	24	35	10	50
	100	100	100	100	100	100

Von den Hauptnahrungsmitteln, Fleisch und Brod, wurden durchschnittlich im Tage verzehrt (berechnet wie oben):

20.

## Fleisch.

frisches Fleisch	Eiweiss darin	% des täglichen Eiweissverbrauches
94	20.7	31.1

## Brod.

frisches Brod	Eiweiss darin	% des Eiweissverbrauches	Stärkemehl darin	% des Stärkeverbrauches
259	26.6	39.9	149.4	57.9

Das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten in der Kost der Pfründnerinnen ist wie

1 : 6.8

An den einzelnen Tagen (s. Tab. 17) schwanken die Mengen der Nährstoffe, mit Ausnahme des Fettes, nur in ziemlich engen

Grenzen. Dies erklärt sich einmal aus der gleichmässigen Weise, in welcher die Pfründnerinnen ihre Speisen zugemessen erhielten, sodann trägt hierzu bei, dass eine relativ grosse Menge von Brod, dessen Gewicht leicht gleich zu halten ist, der übrigen Kost beigegeben wurde, so dass mit demselben  $\frac{2}{5}$  des täglichen Eiweissgehaltes der Nahrung und fast  $\frac{3}{5}$  der täglichen Kohlehydrate (s. Tab. 20) gedeckt wurden. Die grössere Menge der festen Bestandtheile der Nahrung mit der beträchtlichen Fettabnahme am 5. Tage (Tab. 17) rührt davon her, dass an diesem Tage, einem Freitage, das Fleisch durch s. g. Rohrnudeln, einer hauptsächlich aus Mehl bereiteten Speise, ersetzt worden war.

Aus Tabelle 18 geht hervor, dass die von den Pfründnerinnen verzehrte Menge von Nährstoffen erheblich geringer ist, als die von den Arbeitern genossenen Quantitäten. Dies ist auch dann noch der Fall, wenn man, wie ich vorher gethan, die Nahrung der Pfründnerinnen berechnet, welche noch ausserhalb der Anstalt Käse oder Wurst verzehrten.

Zieht man von der Menge der frischen Substanz (auf Tab. 5), welche die 4 Männer im Tage verzehrten, die von denselben getrunkene Quantität Bieres (Tab. 15) ab, so erhält man Gewichtszahlen, die von der Summe der von den Pfründnerinnen verzehrten frischen Substanz wesentlich übertroffen werden. Trotzdem befindet sich in dieser grössern Gewichtsmenge (u. dem grössern Volumen?) doch nur wenig über die Hälfte der von den übrigen Personen verzehrten Summe von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten, ein weiterer Beweis für den oben gezogenen Schluss, dass das Sättigungsgefühl durch ein bestimmtes Gewicht (oder Volum) der Nahrung, welches unabhängig von der Menge der darin enthaltenen Nährstoffe, sich wohl durch die Gewohnheit regelt, verursacht wird.

Man könnte zu der Vermuthung gelangen, dass in der Nahrung der alten Frauen relativ mehr Stickstoff enthalten wäre, als in der der Arbeiter, da diese während der Arbeit mehr Kohlensäure ausathmen und daher einer grössern Kohlestoffzufuhr bedürfen. Um dies zu erschliessen, habe ich das nachstehende Verhältniss von Stickstoff und Kohlenstoff in deren Nahrung berechnet:

	Stickstoff	Kohlenstoff
Nahrung des arbeitenden Mannes	1	15
Nahrung der Pfründnerinnen	1	17.6
dasselbe <sup>1)</sup>	1	16

Nach diesen Zahlen scheint sich, entgegen der obigen Vermuthung, sogar ein etwas grösseres Kohlenstoffbedürfniss bei den Pfründnerinnen herauszustellen, ein Verhältniss, das vielleicht durch die relativ geringere Fettmenge in ihrer Nahrung bedingt ist.

#### VI. Nahrung eines Arbeiterkindes.

Zu der Untersuchung wurde das Kind des unter II angeführten Schreiners verwendet. Es war zur Zeit derselben 7 Wochen alt, gesund, wohlgenährt und bei gutem Appetite, und erhielt dreimal des Tages einen aus feinem Weizenmehle, Milch und etwas Zucker stets frisch zubereiteten Brei. Die zum Breie gebrauchte Milch wurde abgemessen, Mehl und Zucker abgewogen und von ersterem die Trockenbestimmung gemacht. Dazu kam noch etwas Candiszucker, welcher dem Kinde im Verlaufe des Tages stets gegeben wurde. Es wurden im Tage verwendet 71.5 Grm. Mehl (= 61.3 Grm. trocken), 500 Cc. Milch und 47.5 Grm. Zucker oder:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
61.3 Grm. trockenes Mehl	8.8	—	51.5
500 Cc. Milch	20.5	19.5	21.0
47.5 Grm. Zucker	—	—	47.5
	29.3	19.5	120.0

Das Arbeiterkind verzehrt demnach im Tage:

29.3 Grm. Eiweiss
19.5 " Fett
120.0 " Kohlehydrate oder 4.5 Grm. Stickstoff und 81.0 Grm. Kohlenstoff.

#### VII. Nahrung eines Kindes aus der besseren Gesellschaftsklasse.

Das hier beobachtete Kind, aus einer in guten Verhältnissen lebenden Beamtenfamilie, das wegen einer akuten Krankheit der Mutter nur kurze Zeit an der Brust ernährt werden konnte, wurde

1) Nach Hinzurechnung von Käse oder Wurst am Abende (v. o.).

vom 3. Monate nach der Geburt an bis zum 7. Monate nur mit condensirter Milch aus Cham erhalten und gedieh in dieser Zeit vollkommen. Da es ausser der Chamer Milch kein anderes Nahrungsmittel oder Getränke empfing, so war die Bestimmung der genossenen Mengen ziemlich leicht. Die Chamer condensirte Milch ist bekanntlich in Blechbüchsen eingeschlossen; diese wurden jedesmal vor dem Gebrauche gewogen, und nachdem sie geleert waren, mit dem Reste der anklebenden Substanz zurückgewogen.

Beim Beginne der Beobachtung, den 15. Juni 1872, war das kräftig aussehende Kind 4 Monate alt und wog 5.53 Kilogramm.

Vom 15. Juni — 14. Juli, also in einem Monate, wurden 14 Büchsen<sup>1)</sup> gebraucht, aus denen in dieser Zeit 6043.4 Grm. der condensirten Milch zur Ernährung des Kindes verwendet wurden.

Die von mir ausgeführte Analyse, wobei der Gehalt an Eiweissstoffen nach der in Hoppe-Seyler's Lehrbuch der physiol.-chem. Analyse angegebenen Methode der Milchuntersuchung ermittelt wurde<sup>2)</sup>, gab im Mittel aus mehreren gut stimmenden Untersuchungen folgende Zusammensetzung der condensirten Milch:

	26.95 Grm. Wasser
100 Grm. frische Substanz =	73.05 Grm. feste Bestandtheile
100 Grm. trocken =	
14.46 Grm. Eiweissstoffe	
12.50 „ Fett	
66.70 „ Milch- u. Rohrzucker	
3.29 „ Extraktivstoffe	
3.05 „ Asche <sup>3)</sup>	

Hieraus berechnet sich für die Menge der vom Kinde in 30 Tagen verzehrten 6043.4 Grm. der condensirten Milch

1) Eine Büchse enthält im Mittel 445 Grm. frischer Substanz, welche jedoch beim Gebrauche nicht vollständig zur Verwendung kam.

2) Karmrodt (Arch. Pharm. [2] Bd. 135), welcher den Gehalt der Chamer Milch an Eiweissstoffen aus der Gewichts-differenz der bestimmten Substanzen (Butter, Zucker, Salze) und dem Gesamtgewichte berechnete, erhielt natürlicher Weise eine grössere Menge an Eiweissstoffen.

3) Ich werde bei einer andern Gelegenheit auf die Menge der Aschebestandtheile, welche das Kind genoss, zurückkommen.

4414.6 Grm. Trockensubstanz
638.4 „ Eiweissstoffe
551.8 „ Fett
2944.6 „ Milch- u. Rohrzucker.

In einem Tage genoss demnach das 4—5 Monate alte Kind:

147.15 Grm. Trockensubstanz
21.28 „ Eiweiss
18.39 „ Fett
98.15 „ Kohlehydrate oder

\* 3.3 Grm. Stickstoff u. 66.7 Grm. Kohlenstoff.

Die hier erhaltenen Zahlen für Eiweiss und Kohlehydrate sind etwas geringer als die bei dem jüngeren Arbeiterkinde beobachteten. Hält man jedoch die Form im Auge, in welcher letzterem die Lebensmittel gereicht wurden, so dürfte wohl ein Vergleich zu Gunsten des mit condensirter Milch ernährten Kindes ausfallen. Es ist wenigstens zu erwarten, dass die vegetabilische Nahrung beim Säuglinge nicht in grösserer Menge ausgenützt wird, als im Darne der Erwachsenen.

Bezüglich der Vertheilung der Nahrungsaufnahme mache ich darauf aufmerksam, dass, während das mit Mehlbrei ernährte Arbeiterkind nur dreimal des Tages diesen erhielt und auch verlangte, an dem Kinde, welches die in warmem Wasser gelöste condensirte Milch genoss, alle drei Stunden Zeichen des Hungers bemerkbar wurden.

Das Verhältniss von Fett zu den Kohlehydraten in der Nahrung der beiden Kinder ist:

	Fett	Kohlehydrate
Arbeiterkind	1	: 6.1
Beamtenkind	1	: 5.3

Wie vorauszusehen und wie dies auch beim Erwachsenen der Fall, so ist auch hier die relative Menge des Fettes bei dem Kinde aus der besseren Familie eine grössere.

Einiges Interesse erregt noch der Vergleich der vom Kinde Nr. VII verzehrten Menge von Nährstoffen mit dem Bedürfnisse eines Erwachsenen im Verhältnisse des Körpergewichtes.

Das 5.53 Kilogr. schwere Kind erhielt im Tage 3.3 Grm. Stickstoff und 66.7 Grm. Kohlenstoff. Auf das mittlere Körpergewicht eines

Erwachsenen, zu 65 Kilogr. angenommen, berechnet ergibt sich für diesen die Summe von 38.8 Grm. Stickstoff u. 784 Grm. Kohlenstoff.

In Wirklichkeit beträgt die Menge, die ein Erwachsener im Durchschnitte verzehrt, nach meinen Beobachtungen (s. Tab. 6) 20.2 Grm. Stickstoff und 312.2 Grm. Kohlenstoff, eine Summe, die von der oben berechneten beträchtlich übertroffen wird.

Dass ein kleiner und jugendlicher Organismus relativ mehr bedarf, ist allerdings schon bekannt und ist vielfach gedeutet worden. Ich habe es aber doch für gut befunden, die Zahlenverhältnisse für den Menschen in dem gegebenen Falle festzusetzen.

Es ist fernerhin eine verbreitete Anschauung, dass die Eiweiss-substanzen in der Nahrung der Kinder nicht nur absolut, sondern auch relativ gegenüber den stickstofffreien Stoffen vermehrt seien. Es beruhte diese Meinung wohl auf den bisher bekannten Analysen der Frauenmilch, nach welchen sich der Stickstoff in dieser zum Kohlenstoff wie 1 : 12 verhält. Die Analysen, und damit also jene Anschauung, bedürfen jedoch, wie Brunner<sup>1)</sup> jüngst zeigte, einer wesentlichen Berichtigung.

Aus den obigen Zahlen, die sich auf die direkten Beobachtungen am Menschen stützen, berechnen sich folgende Verhältniszahlen des Stickstoffes und Kohlenstoffes:

	Stickstoff	zu	Kohlenstoff
Nahrung des Beamtenkindes	1		20
" " Arbeiterkindes	1	"	18
" " Erwachsenen	1	"	15

Soviel ist wohl sicher, dass der jugendliche Organismus, ebenso wie der erwachsene, um organisierte stickstoffhaltige Substanz ansetzen zu können, einer reichlichen Zufuhr von stickstofffreien Nährstoffen bedarf und in der That auch empfängt.

Zum Schlusse kann ich es nicht unterlassen, die Preise, welche für die Nahrung der Versuchspersonen im Tage bezahlt werden mussten, zusammenzustellen. Es ergeben sich hiebei folgende Zahlen:

1) Pflüger's Archiv Bd. VII, 3. 440 u. ff.

Versuchsperson	Preis der täglichen Nahrung
I.	54 kr.
II.	34 "
III.	1 fl. 28 "
IV.	1 " 10 "
V.	12 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> "
VI.	8 "
VII.	16 <sup>1</sup> / <sub>3</sub> "

Daraus geht auf's Evidenteste hervor, dass weniger der Gehalt der Nährstoffe als vielmehr der animalische oder vegetabilische Ursprung derselben den Geldwerth bedingt und dass auf diesen der Reichthum an Würz- und Genußmitteln (in der Nahrung der Aerzte III u. IV) den beträchtlichsten Einfluss übt. Wie zu vermuthen, sind auch die Ausgaben für die im Gasthause genessene Nahrung beträchtlich grösser, als für die in der Familie (II) oder in der Pfründneranstalt (V) verzehrten Speisen.

Es ist offenbar, dass eine Reihe von Einflüssen, die sowohl auf die Grösse der Zufuhr, wie auf deren Vertheilung nach der Tageszeit bestimmend wirken, noch ziffermässig festzustellen sind. So ist die Menge und die Vertheilung der Nahrung zu erforschen bei den verschiedenen Altersklassen der beiden Geschlechter, bei schwerer körperlicher Anstrengung und bei vollkommen „sitzender“ Lebensweise, nach den Arbeitsverhältnissen überhaupt, in den verschiedenen Jahreszeiten etc. Es ist zu sehen, wie Nahrungsweise und Nahrungsaufnahme nach klimatischen und topischen Verhältnissen verändert sind. Man weiss z. B. nach Angaben Reisender, um Extreme anzuführen, dass die Bewohner arktischer Gegenden erstaunlich grosse Mengen von Eiweiss und Fett verzehren, während in den Tropen der Genuss von Kohlehydraten erheblich in den Vordergrund tritt; ebenso ist bekannt, dass die Nahrung der Arbeiter in Gebirgen in der Regel sehr fettreich ist. Ueber alle diese Punkte existiren jedoch nur Schätzungen und keine beglaubigten Zahlenangaben.

Neben der praktischen Wichtigkeit, die eine Vermehrung unseres Wissens in dieser Richtung hat, muss der genauen Kennt-

niss der Ernährungsweise des Menschen noch eine weitere hohe Bedeutung desswegen zuerkannt werden, weil ja Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen wesentlich an den von der Ernährung abhängigen Körperzustand geknüpft sind. Somit gestalten sich die obigen Fragen wesentlich zu Fragen der öffentlichen Gesundheit.

Als einen Beitrag zur Erweiterung unserer Kenntnisse über die Ernährung des Menschen habe ich die vorstehenden mit beschränkten Mitteln ausgeführten Untersuchungen veröffentlicht, in dem Bewusstsein, dass dieselben vorzugsweise lokale Bedeutung besitzen, aber mit der Ueberzeugung, dass genaue und richtige lokale Beobachtungen, bei der hohen Wichtigkeit der berührten Fragen, auch ein allgemeineres Interesse verdienen dürften.

### Ueber die Bedeutung des Leimes bei der Ernährung.

Von

Carl Voit.

Es ist eine nicht unwichtige Frage, ob das im Thierkörper vorhandene leimgebende Gewebe und der durch kochendes Wasser daraus ausziehbare Leim irgend eine Bedeutung bei den Vorgängen der Ernährung haben oder nicht.

In der animalischen Kost wird von den fleischfressenden Thieren mit grosser Begierde viel leimgebendes Gewebe, Knochen, Knorpel, Sehnen, Bindegewebe etc. verzehrt, vom Menschen in den durch die Kochkunst zubereiteten Substanzen eine nicht unbedeutliche Menge von Leim. Der letztere kömmt, so viel wir wissen, als solcher im normalen Organismus nicht vor, nur im leukämischen Blute soll er nach Scherer sich finden; er wird aus dem leimgebenden Gewebe durch die Einwirkung des siedenden Wassers als Zersetzungsprodukt, das aber noch die nämliche chemische Zusammensetzung besitzt, wie das leimgebende Gewebe, erhalten. Das leimgebende Gewebe hat eine andere Zusammensetzung als das Eiweiss, aus welchem es durch die Zellenthätigkeit entstanden ist.

Im frischen Muskel finden sich etwa 2% leimgebendes Gewebe, welches beim Kochen oder im Darmkanal in Leim übergeht. Die trockenen Knochen enthalten mindestens 28.8% organische Substanz (leimgebendes Ossein); der nach Verzehrung von möglichst gereinigten Knochen entleerte Koth der Hunde (*album graecum*) gab nach einer von mir ausgeführten Bestimmung nur mehr 20.74% organische Substanz; es wird daher ein ansehnlicher Theil des

Osseins im Darm aufgenommen. Nach Vohl<sup>1)</sup> enthält das album graecum sogar nur 14,15% organische Theile, es ist aber möglich, dass sein Material nicht frisches, sondern längere Zeit der Luft ausgesetztes war.

Es ist bekannt, dass über die sogenannte Nährhaftigkeit des Leimes viel gestritten wurde, es ist aber trotzdem bis jetzt die Bedeutung desselben noch nicht völlig aufgeklärt. Die Geschichte dieser Untersuchungen und die Wandlungen, welche in Folge davon die Anschauungen über den Werth des Leimes erlitten, ist von grossem Interesse. Da dieselbe schon von Anderen genügend dargelegt worden ist, so könnte ich sie hier übergehen; aber eine nähere Betrachtung dieser bereits der Geschichte anheimgefallenen Versuchsergebnisse ist sehr lehrreich, indem sich dabei recht deutlich ergibt, welche Irrthümer man früher bei den Experimenten über die Ernährung und bei den Schlussfolgerungen daraus begangen hat.

Es ist noch nicht Jedem geläufig, warum die früheren Versuche zu nichts Bestimmtem führen konnten.

Dionys Papin<sup>2)</sup> hatte um das Jahr 1682 mit seinem nach ihm benannten Digestor namentlich aus Knochen Leim ausgezogen, und mit einer daraus bereiteten Suppe Arme gespeist. Man hielt damals, als man die chemische Zusammensetzung der Nahrungstoffe noch nicht kannte, das Auflöbliche für das Nährhafte. Die Kochkunst, so stellte man sich vor, mache noch mehr aus der Nahrung löslich, oder auch die mannigfaltigen Prozesse im Darm (coctio alimentorum); und so meinte man auch im Leim geradezu das Nährende ausgezogen zu haben.

Zur Zeit der ersten französischen Revolution beschäftigte man sich eifrig damit, die Nahrung der Soldaten und des Volkes zu verbessern. Dabei wurde man wieder auf den Leim aufmerksam und es waren namentlich Proust, d'Arcet, Pelletier, Cadet de Vaux, welche darthaten, dass aus den Knochen eine grosse Menge Leim ausgezogen werden könne, und welche verbesserte

1) Vohl, Annal. d. Chem. u. Pharm., 1848 Bd. 65 S. 266.

2) Papin, la manière d'amollir les os et de cuire toutes sortes de viandes. Paris 1682.

Methoden zur Gewinnung desselben angaben. Es war inzwischen durch die Auffindung von Stickstoff in der Nahrung die Idee entstanden, dass sich aus dem Stickstoffgehalt der Nährwerth einer Substanz bemessen lasse; man hielt daher den Leim noch immer, jetzt zum Theil verleitet durch seinen hohen Stickstoffgehalt, für die nährende Substanz des Fleisches und der Knochen und beurtheilte daher den Nährwerth derselben nach der Quantität des aus ihnen auslaugbaren Leimes. Man meinte eine neue wohlfeile Nahrung gewonnen zu haben, welche Fleisch und andere thierische Substanzen zu ersetzen im Stande ist.

Diese Resultate und Annahmen brachten natürlich eine grosse Aufregung hervor und eine durch das Gouvernement veröffentlichte Instruktion sagte geradezu aus: „ein Knochen ist eine durch die Natur geformte Bouillontafel, ein Pfund Knochen gibt soviel Bouillon als 6 Pfund Fleisch; die Knochenbouillon ist der des Fleisches vorzuziehen; ein Besteck oder Messergriff, ein Dutzend beinerne Knöpfe sind ebensoviel Bouillon der Armuth geraubt.“

Wäre wirklich der Leim der allein nahrhafte Stoff des Fleisches und der Knochen, so hätte dies in der That die allergrösste Bedeutung, da dann die wohlfeilen Knochen viel mehr von dem nahrhaften Stoffe enthalten würden als das theure Fleisch, und man versteht daraus den Eindruck, den die Bemühungen, den Leim zu gewinnen, damals machen mussten und auch, warum man auf die leimhaltige Fleisch- oder Knochenbouillon so grossen Werth legte. Diese Ideen der damaligen Zeit greifen theilweise noch in unsere Tage herein.

Cadet de Vaux hatte dem Institut von Frankreich seine Art, die Knochen als Nahrung anzuwenden, in einem Memoire vorgelegt, welches Guyton-Morveau und Deyeux prüften. Der darüber gemachte Bericht der sogenannten ersten Gelatinecommission (vom 24. messidor an X, 1802) erkannte zwar völlig an, dass der Leim „nährende Eigenschaften“ habe, ja dass er bei der Bereitung von Bouillon in gewissen Fällen das Fleisch ersetzen könne, aber es wird doch darin bemerkt, es sei nicht erwiesen, dass der Nährwerth eines Nahrungsmittels durch die darin enthaltene Leim-

menge gemessen werden könne, das Fleisch junger Thiere sei z. B. trotz seines hohen Leimgehaltes weniger nährend.

Magendie sagte in seinem später zu erwähnenden Berichte, es hätte sich damals alles vereinigt, der Gelatine einen Erfolg zu sichern: die Arbeiten der Gelehrten, die Zustimmung des Instituts von Frankreich, die Unterstützung der Regierung und die allgemeine Neigung, die schlimme Lage der niederen Classen zu verbessern. Und doch verbreitete sich der Gebrauch des Leimes nicht, selbst nicht unter der armen Bevölkerung. Ein Beweis, dass häufig unsere Nerven über den Werth eines Nahrungstoffes besser zu urtheilen verstehen als vorgefasste Meinungen von Gelehrten.

Man dachte sich den Misserfolg davon abhängig, dass die nahrhafte Knochengallerte gegenüber der Fleischgallerte geschmack- und geruchlos sei; d'Arcet suchte daher durch eine Würze, die eine wesentliche Bedingung jeder Nahrung sei, den Geschmack zu verbessern. Nach dem Tode des Vaters setzte der jüngere d'Arcet die Versuche über die Gewinnung des Leimes aus Knochen emsig fort; er war so überzeugt von der Richtigkeit seiner Ansicht über den Nährwerth des Leimes, dass er aussprach, aus den Knochen von 4 Ochsenschädeln könne man soviel Nahrung gewinnen als in einem ganzen Ochsen enthalten sei. Er hatte die société philanthropique aufgefordert, von dem nach seinem Verfahren bereiteten Knochenleim zu Suppen für Reconvalescenten und Arme Gebrauch zu machen, und diese wandte sich darauf hin an die medizinische Akademie zu Paris 1814 mit den Fragen, ob und in welchem Grade der Leim nahrhaft und ob sein Gebrauch als Nahrungsmittel gesund sei. Die medizinische Akademie hielt in ihrem von Leroux, Dubois, Pelletan, Duméril und Vauquelin erstatteten Berichte<sup>1)</sup> die erstere Frage für völlig entschieden, denn Jedermann sei überzeugt, dass die nährenden Eigenschaften, welche das Fleisch der Fleischbrühe ertheile, grösstentheils, wenn nicht ganz vom Leim herrühre; sie könnte, wenn die tägliche Erfahrung nicht schon als unwiderleglicher Beweis dienen würde, Gewährsmänner in Menge anführen, welche alle den Leim als die am meisten

1) Annal. de Chimie, 1814 T. 92 p. 300.

nährenden thierische Materie betrachten. Auf den Einwand, dass der Leim für die Bereitung von Bouillon das Fleisch nicht ersetzen könne, da er keine Salze und kein der Brühe Geruch und Geschmack ertheilendes Osmazom enthalte, antwortete die Akademie, dass dieses Osmazom im Fleische vom Kalb oder Schwein oder vom Geflügel nicht enthalten sei, obwohl es nährend sei, und dass d'Arcet diese im Leim fehlenden Substanzen durch Wurzeln etc. ersetze, deren Extrakt ebenfalls schmeckend und salzig sei. In Bezug auf die zweite Frage bemerkte die Commission, dass von 40 Personen, welche 3 Monate lang in der internen Klinik der Fakultät von der nach d'Arcet bereiteten Leim-Bouillon genossen hätten, keine einen Nachtheil verspürt habe. Die Bouillon wurde aus einem Viertel des sonst dazu angewandten Fleisches bereitet und Leim und Gemüse zugesetzt, so dass drei Viertel des früher nach Bereitung der Bouillon im gesottenen Zustande gegessenen Fleisches als Braten gegeben werden konnte. Die Suppe wurde ebenso gern genommen als die Fleischbrühe, woraus die Akademie schliesst, dass der Leim nährend, gesund und leicht zu verdauen sei. Die Societät ging trotzdem nicht auf das Ansuchen von d'Arcet ein, da sie offenbar den Werth des Leimes für nicht genügend begründet hielt.

Nichtsdestoweniger hatte die Empfehlung der medicinischen Akademie grosse Einflüsse auf die Verbreitung des Leimes als Nahrungsmittel da, wo Aerzte und Gelehrte an der Spitze standen. Eine Anzahl öffentlicher Anstalten von Paris, so z. B. das Charité-hospital, das Armenhaus von M. de Belleyne, das Militärhospital von Val-de-Grâce, die Münze<sup>1)</sup>, das Hospital Saint-Louis, das Hôtel Dieu etc. führten das Verfahren von d'Arcet ein; in mehreren währte es aber nicht lange, da der Fortgebrauch an dem Widerwillen der Consumirenden scheiterte. Der von den Aerzten und Pharmazeuten des Hôtel Dieu erstattete Rapport sagt offen aus, die mit Leimsolution gemachte Bouillon fault leichter als gewöhnliche Fleischbrühe, sie ist von unangenehmem eckelhaften Geruch und Geschmack, sie ist wenig verdaulich und enthält weniger

1) A. de Paymaurin, mémoire sur l'application du procédé de M. Darcet à la nourriture des ouvriers de la monnaie des médailles, Paris 1820.



nährende Stoffe als die nach früherer Art gemachte Bouillon; sie ist endlich kaum wohlfeiler.

Ohngefähr um dieselbe Zeit (1831) hatte *Donné*, der vordem ein grosser Freund des Leimes war, erkannt, dass eigentlich noch gar keine Versuche darüber angestellt worden waren, ob diese Substanz auch wirklich nährende Eigenschaften besitze. Man hatte bis dahin nur auf ganz falsche, aber fest eingewurzelte Ideen hin dem Leim eine Bedeutung zugeschrieben, und die Aerzte, welche überhaupt viel mehr nach theoretischen Vorstellungen als nach Erfahrungen handeln, hatten anfangs die trefflichsten Resultate wahrgenommen. *Donné* machte daher an sich und an Hunden Versuche und kam dabei zu dem Resultate, dass der Leim nur wenig oder gar nicht nahrhaft ist.

*Donné* verzehrte zunächst selbst während 7 Tagen je 20 bis 50 Gramm trockenen Leim mit 85–100 Gramm Brod, wobei sein Gewicht um 2 Pfund abnahm und Schwäche und Hungergefühl sich einstellte; dieser Versuch beweist natürlich gar nichts, denn *Donné* hätte zu der kleinen Portion Brod 20–50 Gramm trockener Substanz nehmen dürfen, was für eine er gewollt hätte und es wäre das gleiche Resultat herausgekommen. Dann gab *Donné* einem Hunde täglich 120–240 Gramm Brod und Leim; vom 5. Tage an berührte derselbe den Leim nicht mehr und er wäre an Hunger zu Grunde gegangen; ein zweiter Hund blieb 4 Tage vor dem Leim liegen, ohne ihn zu berühren. Auch diese Versuche an Hunden thun die Unbrauchbarkeit des Leimes nicht dar, da das Nichtfressen von Seite der Hunde auch bei Substanzen vorkommt, die notorisch zu den besten Nahrungsmitteln zählen; so habe ich im Hause verzehrte Hunde rohes Fleisch beharrlich verweigern sehen, sehr viele berühren das Brod nicht.

Die Arbeit von *Donné* gab Veranlassung zu einer interessanten Versuchsreihe von *Gannal*, welcher Leimfabrikant war. Derselbe war an der Vorzüglichkeit des Leims irre geworden, als er beobachtete, dass in seiner Fabrik die Ratten den Leim gänzlich verschonten; er suchte daher durch Versuche an sich selbst, an 5 Personen seiner Familie (worunter 3 Kinder) und an mehreren Zöglingen des Militärhospitals von Val-de-Grâce, bei denen *Sorullas*

Zeuge war, zu entscheiden, ob man sich mit Leim allein ernähren könne, oder ob man dies durch Beimischung anderer Substanzen erreiche und welchen Vortheil in diesen Fällen der Leimgenuss biete. Die erste Frage wurde wohl genügend dahin beantwortet, dass man sich mit Leim allein nicht ernähren könne, da die Leute darnach unwohl wurden, an Kopfweh, Durchfällen und häufigem Harnlassen litten. Wurde der Leim zu einer hinreichenden Menge Brod gegeben, so war ausser starkem Durst nichts Besonderes zu bemerken; liess man aber den Leim weg und nahm nur Brod und Wasser, so war die Ernährung nicht anders als bei Zusatz von Leim, ja man befand sich im Allgemeinen besser dabei. Diese Versuche konnten nicht länger als einige Wochen fortgesetzt werden, da sich dann ein unüberwindlicher Eckel vor dem Leim einstellte. Es ist jedenfalls zu weit gegangen, wenn *Gannal* daraus schliesst, dass der Leim nicht nur keine Nahrung, sondern sogar der Gesundheit schädlich sei; denn es wäre immer noch möglich, dass der Leim ein Nahrungsstoff ist, namentlich wenn er in einer unserm Gaumen zusagenden Form und in gehöriger Menge gereicht wird. Auch ist das Brod, welches nebenbei verzehrt wurde, für den an andere Kost gewöhnten Menschen ganz unzureichend, denn es hält sehr schwer, nur 4 Tage hindurch so viel davon zu essen, dass man sich erhält.

Zu gleicher Zeit machten auch *Edwards* und *Balzac*<sup>1)</sup> ähnliche Versuche an Hunden. Die Thiere ernährten sich mit einer Suppe aus Weissbrod und Fleischbrühe vollständig; fügte man dagegen zu dem Brode eine Leimlösung zu, so nahmen sie immer mehr an Gewicht ab, wenn auch nicht so stark als bei Brod allein; ein Zusatz von etwas Fleischbrühe zu dem Brod oder zu Brod und Leim machte, dass sie wieder zum früheren Gewichte kamen. *Edwards* und *Balzac* meinen daher, dass der Leim wohl zur Nährfähigkeit eines Gemisches beitragen könne, dass er aber mit Brod zur Ernährung ungenügend sei. Sie sagen, die stärksten Brühen aus Fleisch oder Knochenleim genügen nicht zur Ernährung

<sup>1)</sup> *Edwards* und *Balzac*, *Ann. des sciences natur.*, T. 26, 1832 *Jouillet*, p. 318; *Journ. des connaissances usuelles*, 1833 T. 17 p. 17. — *Edwards*, *recherches statistiques sur l'emploi de la gélatine comme substance alimentaire*.

eines Menschen, sondern es sind nur Nahrungsmittel, die man mit anderen Stoffen zur Ernährung vermischen muss. Aber auch diese Versuche sind nicht beweisend, da die Thiere nach Geschmack und Willkür vom Futter verzehrten. Nach meinen Erfahrungen nehmen die Hunde vom Brode nur selten so viel auf, dass sie sich ernähren, sie verlieren meist noch Eiweiss vom Körper; die wohlschmeckende Fleischbrühe macht, dass sie mehr vom Brode fressen und sich dann erhalten, ohne dass die Fleischbrühe fehlende Nahrungsstoffe zuführt. Durch die fade schmeckende Leimlösung wird dem Thiere das Brod wieder weniger angenehm und sie fressen mit geringerem Appetit, der durch Zufügung von Fleischbrühe wieder gehoben wird. So erklären sich ganz einfach die Resultate der Fütterungen von Edwards und Balzac. Eine Bestimmung der Menge des aufgenommenen Futters hätte Edwards und Balzac gleich des Besseren belehrt und sie hätten sich dann nicht mehr darüber erstaunt, wie ein so geringfügiger Zusatz von einigen Grammen trockner Substanz in 4 Löffel Fleischbrühe des Tages einen solchen Erfolg haben kann.

Nicht nur durch diese Versuche an einzelnen Thieren und Menschen, sondern auch durch die im Grossen gemachten ungünstigen Erfahrungen in den Spitalern, z. B. in St. Antoine und St. Louis, wurde der Glaube an den Nährwerth des Leims gewaltig erschüttert. Welche Nachtheile aber durch vorzeitige oder ungeeignete Anwendung von Stoffen als Nahrungsstoffe vor dem sichern Entscheid durch wissenschaftliche Versuche gebracht werden, zeigt das Verfahren in dem zuletzt genannten Spital, wo der Leim erst abgeschafft wurde, nachdem in demselben von 1829–1838 nicht weniger als 2747964 (täglich 836) Portionen Knochenleimsuppe verabreicht worden waren.

Bei diesem Stande des Wissens, als Niemand mehr den Leim für sich allein für eine Nahrung hielt, trat die zweite Gelatinecommission der Pariser Akademie zusammen, welche nach Anstellung einer grossen Anzahl von Ernährungsversuchen an Hunden nach 10 Jahren ihren berühmten Bericht durch Magen die<sup>1)</sup> (1841) erstattete.

<sup>1)</sup> Rapport au nom de la commission dite de la gelatine, Compt. rend. des séances de l'Académie, 1841 T. 13 p. 237.

Mit Leim allein ernährten sich die Thiere nicht. Einige berührten ihn nicht und litten lieber Hunger, andere kosteten nur etwas davon, andere nahmen ein erstes oder zweites Mal davon auf, dann aber nicht mehr. Dies sagt jedoch meiner Meinung nach nicht aus, dass der Leim zur Ernährung nichts beiträgt, sondern vorläufig nur, dass die Thiere an ihm allein keinen Geschmack fanden und starben, da sie nichts mehr fressen. Die Hunde der Commission verweigerten auch nach einigen Tagen gekochtes Eiweiss oder hartes Eigelb oder Fett zu fressen, sie berührten Stärke nicht oder einen Brei aus Stärke mit Butter oder Zucker oder vorgesetztes Brod und doch zweifelt kein Mensch daran, dass alle diese Stoffe die trefflichsten Nahrungsstoffe sind.

Auch mir haben, wie schon gesagt, Hunde mancherlei Substanzen verweigert und doch habe ich, als ich ihnen dieselben zwangsweise beibrachte, vollständige Ernährung oder doch wenigstens die Wirkungen von Nahrungsstoffen gesehen. Die Commission suchte nun den Leim durch Zusatz von allerlei schmackhaften Würzen, z. B. Fleischbrühe, den Thieren angenehmer zu machen; aber obwohl er dann von den meisten Hunden anfangs mit wahrem Heisshunger verzehrt wurde, verminderte sich doch bald der Appetit daran, zuletzt wurde er nicht mehr berührt, so dass etwa am 20. Tage der Hungertod eintrat. Die Thiere gingen zur nämlichen Zeit zu Grunde, ob sie hungerten oder ihnen Leim vorgesetzt war, den sie bald nicht mehr fressen. Dies zeigt wiederum höchstens, dass der Leim für sich keine Nahrung ist, denn auch bei Fütterung mit Eiweiss oder Fibrin (mit Fleischbrühe gekocht) oder mit Fett oder Stärkemehl trat das gleiche Resultat auf. Der Leim könnte nichts destoweniger noch von grosser Bedeutung sein, und für sich wie auch reines Eiweiss oder Fibrin oder Fett deshalb nicht ernähren, weil andere zu einer Nahrung wesentliche Stoffe fehlen. Es war aber ein grosses Verdienst der Commission, die Angaben von Gannal und Balzac und Edwards sicher constatirt zu haben, dass der Leim (sowie auch Eiweiss und Fett) keine Nahrung ist, und es trugen die Versuche derselben wesentlich dazu bei, die frühere Vorstellung von der Existenz eines Nahrungsprincipes in jeder Speise zu beseitigen.

Aber selbst bei Zusatz von Brod und Fleisch zu dem Leim nahm die Commission eine unvollständige Ernährung wahr und die Thiere gingen schliesslich am 80.—90. Tage unter den Erscheinungen des Hungers zu Grunde. Es sind hiefür in dem Berichte 2 Beispiele aufgeführt.

Ein Hund von 11 Kilo Gewicht erhielt 250 Brod und 250 Leim, womit er in 44 Tagen stark abmagerte; eine Suppe aus 120 Brod und 370 Leim liess das Thier bald liegen und nahm an Gewicht ab; als es darauf wieder 250 Brod und 250 Leim mit  $\frac{1}{2}$  Liter fetter Fleischbrühe erhielt, nahm es anfangs das Gemische mit Gier auf, bald aber verweigerte es dasselbe und wog am 63. Tage nur mehr 8.5 Kilo. Dabei hatte es zuletzt beständig Diarrhöen und es wäre zu Grunde gegangen, wenn man ihm nicht Fleisch gegeben hätte, wornach die Diarrhöen aufhörten und die Kräfte wiederkehrten; als man vom 76. Tage an wieder Brod, Fleisch und Bouillon (ohne Leim?) reichte, frass es nur mit Widerwillen und starb am 83. Tage Hungers.

In einem zweiten Versuche der Art erhielt eine grosse Hündin 250 Brod, 130 Ochsenherz, 2 Eier und 200 Leim; da sie nach 18 Tagen sichtlich abgemagert war, wurde die tägliche Leimmenge vom 18.—22. Tage auf 500 (?) vermehrt; es trat aber Eckel an der grossen Leimmenge ein, weshalb wieder nur 250 Leim zugesetzt wurden. Da das Thier alle Zeichen des Hungers hatte, so liess man vom 29.—43. Tage den Leim ganz weg und gab ihm Kuttelflecke, womit es sich nach und nach wieder erholte. Als man nun vom 43. Tage an wieder Leim gab, ging es am 53. Tage zu Grunde.

Daraus schloss nun die Commission, dass der Leim, mit anderen Nahrungsmitteln gemischt, dieselben nicht verbessert, sondern sie im Gegentheil ungenügend macht. Diese absolute Verdammung des Leimes ist aus obigen Versuchen nicht gerechtfertigt, sie thun für mich nur dar, dass grosse Mengen von Leim nicht ertragen werden und die Verdauung stören. Es war ein Fehler, dass dabei ganz enorm grosse Quantitäten von Leim gegeben wurden, um zu zeigen, dass auch die grössten Quantitäten nichts nützen; es traten deshalb Krankheitserscheinungen, Catarrh des Darms, Diarrhöen etc. auf, d. h. der Leim wirkte hier wie wenn man täglich ein Abführ-

mittel zu einer sonst vollständigen Nahrung setzen würde, wonach auch der Hungertod das Endresultat wäre. Wenn ich einem Hunde zu Muskelfleisch übermässige Fettmengen aufzwinge, so treten ganz die nämlichen Erscheinungen auf, wie sie Magen die nach Fütterung mit grossen Leimmengen beschrieb, ohne dass man wie er vom Leim schliessen darf, dass der Fettzusatz andere Nahrung nicht verbessert, sondern sie ungenügend macht. Man hält das Kochsalz auch nicht für verderblich, wenn man bemerkt, dass es in grossen Gaben zur übrigen Nahrung zugesetzt, diese durch Hervorbringen von Diarrhöen ungenügend macht. Mässige Mengen von Leim werden ganz gut ertragen, wie andere Versuche der Commission darthun.

Hunde von 6—8 Kilo erhielten sich mit 250 Weissbrod und 1 Liter Gelatinebouillon (mit 10 Gmm. Substanz) 55—56 Tage lang gesund. Ein Hund frass ein Gemenge von 1 Kilo reinem Albumin und Fibrin mit kleinen Leimmengen 121 Tage lang; aber von da an wurde die Mischung nicht mehr verdaut und das Thier starb Hungers. Hier haben wir es offenbar nicht mit den Folgen des Leimgenusses, sondern des Fett- oder Salz mangels zu thun.

Das übrige Futter, welches die Hunde in den beiden vorher beschriebenen Versuchen erhielten, war ausserdem für sich schon ganz ungenügend. Ein Hund von 11 Kilo braucht mehr als 250 Brod täglich; ich weiss z. B., dass ein Hund von 16 Kilo Gewicht mit 560 Brod noch an Gewicht abnahm. Auch die grosse Hündin, deren Gewicht leider nicht angegeben ist, erhielt in 250 Brod, 130 Ochsenherz und 2 Eiern zu wenig zugeführt; die Thiere wären auch ohne den Zusatz des Leims zu Grunde gegangen und der Zusatz von Leim konnte also die vorgesezte Speise wegen des Widerwillens der Thiere höchstens noch ungenügender machen. Da nun durch die grosse Menge Leim Verdauungsstörungen eintraten und nie bestimmt angegeben ist, wieviel die Thiere von dem ihnen vorgesezten Fressen wirklich aufnahmen, so darf man nur folgern, dass der Leim, in Uebermaass gegeben, eine zur Ernährung ganz ungenügende Brodmenge nicht zur Nahrung macht. Wer sagt uns aber, dass der Leim nicht doch einen Nutzen hat; man könnte, wie schon angegeben, aus den Versuchen der Commission ebensogut beweisen, dass Eiweiss, Fibrin, Fett, Stärke etc. keinen Nutzen haben. Die

Versuche führten zu keinem weiteren Ergebnisse, da man zu der damaligen Zeit in der Idee von der Existenz eines einzigen Nahrungstoffes noch befangen war und die Erfahrungen von der Unzulänglichkeit des Leimes, Eiweisses, Fettes, der Stärke etc. für sich allein zur Ernährung nicht zu deuten verstand, weil man die zu einer Nahrung nöthigen Nahrungsstoffe noch nicht genau kannte.

Eine Commission des Instituts der Niederlande <sup>1)</sup> befasste sich auf eine Anfrage des Ministers des Innern ebenfalls mit der Angelegenheit und erstattete durch Vrolik den Bericht über ihre Versuche. Sie hielt durch die Gelatinecommission der französischen Akademie für erwiesen, dass der Leim für sich nicht nährt, sie suchte aber zu entscheiden, ob der Leim, anderen nahrhaften Substanzen zugesetzt, nicht deren „Nährkraft vermehrt.“ Wenn sie zu Brod, das die Thiere nicht nährte (125 Gmm. bei 6—7 Kilo schweren Hunden) und eine Abnahme des Gewichtes hervorbrachte, Leim (25—100 Gmm. trocken) zusetzte, so hob dies die Abnahme des Gewichtes nicht auf, während Zusatz von 250—500 Gmm. Fleisch eine Zunahme hervorbrachte. Aus diesen Versuchen ist aber nicht zu schliessen, dass der Leim nicht nahrhaft ist, denn das Gewicht der Thiere kann uns hierüber keinen Aufschluss geben. Wenn man einem Thier eine in jeder Beziehung ganz ungenügende Menge Brod gibt und man setzt etwas phosphorsaures Kali hinzu, so wird man aus einer Gewichtsverminderung gewiss nicht entnehmen dürfen, dass das phosphorsaure Kali kein Nahrungsstoff sei; man hätte das Gleiche wohl auch bei Zusatz von etwas Fett oder Kohlehydrat bemerkt, und so sah man es auch bei Zusatz von Leim, da das Gemisch eben immer noch keine Nahrung war, wenn auch der Leim ein Nahrungsstoff ist. Diese Versuche zeigen so recht, wie nothwendig es ist, scharf eine Nahrung von Nahrungsmitteln und Nahrungsstoffen zu unterscheiden.

Die Akademie der Medizin in Paris erklärte noch in ihrer Sitzung vom 22. Januar 1850 auf Bérard's Bericht, dass die Gelatine nur eine belästigende Wirkung auf die Verdauungsorgane ausübe und in keiner Weise als Nahrungsmittel gelten könne.

1) *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sciences*, Mars 1844 T. 90 p. 428.

Seit diesen durchaus verurtheilenden Versuchen wurde der Leim in der Nahrung nicht mehr verwendet; nach den früheren Uebertreibungen des Werthes des Leimes, die ihn geradezu zu einer ausschliesslichen und wohlfeilsten Nahrung stempelten, erfolgte ein Rückschlag in's entgegengesetzte Extrem, wornach an ihm nichts Gutes mehr gelassen wurde und er sogar ein Gift sein sollte, obwohl wir doch in unserer gekochten animalischen Nahrung nicht unbedeutende Mengen von Leim verzehren.

Es wurde nicht mehr versucht ihn irgendwie in unserer Nahrung im Grossen zu verwerthen, obgleich man theilweise einsah, dass die Versuche der Gelatinecommission nicht beweisend für den Unwerth oder die Schädlichkeit desselben sind. So wendete Frerichs <sup>1)</sup> mit klarem Blicke ein, dass bei den Versuchen Magendie's die genaueren Verhältnisse des Stoffverbrauches nicht festgestellt waren und in dem dabei verabreichten Futter leicht zur Ernährung nothwendige organische oder anorganische Stoffe fehlen konnten; die Thiere sind nach ihm möglicherweise zu Grunde gegangen, weil gewisse Stoffe fehlten, und nicht weil der Leim keinen Nährwerth besitzt.

Aber es wurden ohne eingehende weitere Versuche allerlei Ansichten und Meinungen über die Bedeutung des Leimes geäussert.

Claude Bernard und Barreswil <sup>2)</sup> wollten nach Einspritzen einer wässerigen Lösung von Harnblase in die Vena jugularis, ja selbst nach Aufnahme von Leim in den Magen Leim im Harn nachgewiesen haben, und sie suchten aus der Ausscheidung des unveränderten Leimes im Harn die von Magendie erhaltenen ungünstigen Resultate zu erklären. Frerichs war jedoch nicht im Stande diese Angaben zu bestätigen.

Es wäre nicht auffallend, wenn nach Injectionen einer Leimlösung in eine Vene ein Theil des Leimes rasch wieder durch die Nieren entfernt wird; dass dies aber nach Aufnahme auch der grössten Mengen von Leim in den Magen sicher nicht geschieht,

1) Frerichs, *Handwörterbuch d. Physiologie*, Bd. 3 Abthl. 1, Artikel Verdauung S. 683 1845.

2) Claude Bernard u. Barreswil, *Journal für pract. Chemie*, Bd. 33 1844 S. 58.

das weiss ich aus vielen Versuchen und ich verstehe nicht wie Claude Bernard und Barreswil dazu kamen, dies zu behaupten. Es ist vielmehr leicht zu zeigen, dass der Leim rasch und vollkommen im Körper zersetzt wird.

Nach Liebig<sup>1)</sup> eignet sich die Leim-Gallerte nicht zur Ernährung, da sie zwar aus Eiweissverbindungen entstanden, aber aus der Reihe derselben herausgetreten ist und nicht mehr die Zusammensetzung derselben hat; sie kann aber nach ihm vielleicht dazu dienen, die leimgebenden Gebilde, welche eine Veränderung erlitten haben, zu erneuern und ihre Masse zu vermehren.

Mulder<sup>2)</sup> wehrt sich entschieden gegen diese Vorstellung; der Leim vermag nach ihm keine Zellen und Gewebe zu bilden, sonst wäre er eines der wesentlichsten Nahrungsmittel, und er meint in mir nicht ganz klarer Weise, der in's Blut eingetretene Leim mache, dass weniger Bindegewebe reproducirt wird, und er sei auf diese Weise indirect nährend. Der Leim zersetze sich und werde in anderer Verbindung aus dem Körper entfernt, ohne Schaden zu bringen; deshalb müsse er die Dienste eines Nahrungstoffes im Organismus verrichten. Er erkennt die Beweiskraft der Versuche Magendie's nicht an und sagt endlich in prophetischem Geiste: „in der That, die Versuche mit Zucker, welche Magendie anstellte, lehrten, dass blosser Zucker keine Nahrung ist. Jedermann hat dieses Resultat anerkannt, und doch prangt der Zucker und mit Recht wieder unter den Nahrungsstoffen. So wird es mit dem Leim ebenfalls gehen.“

Boussingault<sup>3)</sup> hatte an Enten Versuche über die Resorption verschiedener Substanzen aus dem Darne angestellt; er hatte, da nach den Aussagen der Gelatinecommission der Leim nicht zu den nährenden Substanzen gehört, erwartet, dass aller Leim im Kothe wieder aufzufinden sei; dem war aber nicht so, denn der grösste Theil des gefressenen Leimes war im Darm resorbirt worden und hatte eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung bedingt.

1) Liebig, *Thierchemie*, 2. Aufl. 1843 S. 100.

2) Mulder, *physiol. Chemie*, II. Bd. S. 590 u. 927.

3) Boussingault, *Ann. de chim. et de phys.* 1846 T. 18 3. Sér. p. 444.

Er sagt also, der Leim kann nicht ganz jeder nährenden Eigenschaft entbehren, er ist aber keine vollständige Nahrung, schon deshalb nicht, weil er keine Asche enthält; seine Rolle beschränkt sich nach ihm wahrscheinlich trotz seines Stickstoffgehaltes und des Uebergangs in Harnsäure bei Vögeln auf die von Stärke oder Zucker, welche die stickstoffhaltigen Stoffe theilweise vor der Zerstörung schützen und Wärme liefern.

Frerichs sah nach Leimgenuss bei Hunden eine starke Vermehrung der Harnstoffausscheidung eintreten; er sagte also wie Boussingault und Mulder, der Leim erleide im Körper eine Metamorphose, wodurch er zu den Wirkungen im Körper beitragen und also ein Nahrungsmittel sein muss. Er schrieb ihm die Bedeutung von überschüssig eingeführtem Eiweiss zu, und meinte, da er in seiner Lehre von der Luxusconsumption befangen war, der Leim ersetze das Eiweiss nicht, sondern könne nur einen Theil der stickstofflosen Respirationsmittel vertreten. Auch Bischoff<sup>1)</sup> fand wie Frerichs nach Darreichung von Leim beim Hunde eine starke Vermehrung der Harnstoffausscheidung und meinte ebenfalls, dass der Leim die stickstoffhaltigen Körpertheile nicht ersetze, sondern nur ein Respirationsmittel sei, das den Umsatz der stickstoffhaltigen Körpertheile beschränkt.

Donders<sup>2)</sup> sprach sich zuletzt und zwar der Wahrheit am nächsten kommend dahin aus, dass grosse Mengen von Leim die Verdauung stören und deshalb nachtheilig sind, dass mässige Quantitäten im Körper umgesetzt und demzufolge als Nahrungsmittel verbraucht werden, und wahrscheinlich auch den Bedarf an Eiweiss beschränken, da letzteres nicht nur zum Aufbau der Gewebe dient.

Aber solche theoretische Betrachtungen konnten die Sache nicht endgültig entscheiden; dies war nur möglich durch eingehende Versuche. Um die Rolle des Leimes für die Ernährung zu erfahren, musste festgestellt werden, ob derselbe ohne irgend eine Einwirkung auf den übrigen Stoffumsatz nach seiner Zersetzung wieder ausgeschieden wird oder ob er im Stande ist, den Umsatz irgend

1) Bischoff, *der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels*, 1853 S. 70.

2) Donders, *die Nahrungstoffe*, 1853 S. 72.

eines Stoffes im Körper zu vermindern oder vielleicht ganz zu verhüten.

Versuche in dieser Richtung sind zuerst von Bischoff und mir<sup>1)</sup> gemacht worden; wir waren dabei nur in der Lage die Umsetzung des Leimes selbst und die Zersetzung des Eiweisses unter dem Einflusse desselben aus der Stickstoffausscheidung im Harn und Koth zu entnehmen, es war uns aber nicht möglich das Verhalten der stickstoffreichen Substanzen dabei zu eruiren.

Es ergab sich damals die wichtige Thatsache, dass der Leim den Verbrauch an stickstoffhaltiger Nahrung oder Körpersubstanz ansehnlich vermindert und zwar der Art, dass der Körper sich bei Zusatz von Leim mit einer Eiweissmenge in der Nahrung erhält, mit der er bei reichlichem Zusatz von Fett nicht auskömmt. Der Leim musste also nach dieser Erfahrung jedenfalls zu den Nahrungstoffen gerechnet werden, und zwar spielt er darnach eine weit wichtigere Rolle als die, sich durch seine Zersetzung im Blute wie etwa das Fett oder die Stärke bei der Wärmebildung zu betheiligen, weil er Eiweiss erspart. Wir legten dem Leim keinen besonderen Werth als sog. Respirationsmittel bei, sondern meinten, er müsse in den Stoffwechsel mit eingehen und dabei einen Theil der Arbeit des Eiweisses übernehmen, da wir zu dieser Zeit unter Stoffwechsel nur den Untergang eiweisshaltiger Körpertheile verstanden, ja wir dachten selbst, der Leim vermöge, wenn man ihn in so grosser Menge verzehren könnte, die Zersetzung des Eiweisses im Körper ganz zu verhüten und die Rolle desselben zu übernehmen, und auch zum Aufbau von zu Grunde gegangenen Organen zu dienen.

Nachdem sich durch meine fortgesetzten Untersuchungen die Vorgänge bei der Eiweisszersetzung im Thierkörper mehr geklärt hatten und es sich gezeigt hatte, dass ein Theil der stickstoffhaltigen Excretionsproducte aus dem in den Organen fester gebundenen Eiweiss herrühre, ein anderer weitaus grösserer Theil aus dem Eiweiss, welches im intermediären Saftstrom enthalten ist, war es von Interesse, die Prozesse der Eiweisszersetzung bei der Leimfütterung an den älteren Versuchsreihen von den neueren Gesichts-

1) Bischoff u. Voit, die Gesetze d. Ernährung des Fleischfressers, 1860.

puncten aus nochmals zu überschauen und durch neue Versuche eingehend zu prüfen, um vielleicht eine bestimmte Ansicht von der Rolle des Leimes zu gewinnen. Zudem war es nach Herstellung des grossen Pettenkofer'schen Athemapparates möglich, auch die Grösse der Zersetzung des Fettes zu bestimmen und so das ganze Bild vom Stoffumsatz bei Leimfütterung zu vervollständigen.

Ich lege in Folgendem die Resultate meiner Bestrebungen vor; ich hoffe, dass es mir gelungen ist, die Bedeutung des Leimes bei der Ernährung, soweit es mit den jetzigen Hilfsmitteln und Erfahrungen möglich ist, festzustellen.

## I.

## Der Umsatz des Eiweisses bei Darreichung von Leim.

Ich habe an dem nämlichen Hunde (a), den Bischoff und ich zu unseren Untersuchungen über den Eiweissumsatz benützten, noch eine Anzahl von Versuchen ausgeführt, über welche ich zuerst berichtet. Ich ordne hier die Versuche nicht nach ihrer zeitlichen Folge, sondern stelle die bei Zusatz von grösserer Menge von Fleisch voraus und gehe allmählich zu denen mit Zusatz geringerer Menge von Fleisch über. Die aus dem Buche von Bischoff und mir herübergenommenen Versuche bezeichne ich mit (B. und V.).

I. Reihe bei 2000 Fleisch und 200 Leim. (10—13. Dezember 1858; B. und V. S. 229.)

Nr.	Datum 1858	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	9. Dez.	32,470	2000	—	136	1475	142,5	0
2	10. "	32,580	2000	200	669	1948	175,8	12,4
3	11. "	32,680	2000	200	728	2134	192,5	0
4	12. "	32,880	2000	200	943	2206	194,5	28,8
5	13. "	33,040	—	—	—	—	—	13,5

Daraus berechnet sich<sup>1)</sup>:

- 1) In 100 frischem Fleisch 3,4 Stickstoff.  
 In 100 trockenem Leim 17,31 Stickstoff; in 100 lufttrockenem Leim 81,16 feste Theile mit 14,05 Stickstoff.  
 In 100 trockenem Leimkoth 6,69 Stickstoff.

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
	68.0	—	68.0	66.4	0.6	67.0	+ 30	1970
1	68.0	28.0	96.0	82.1	1.1	83.2	+ 376	1624
2	68.0	28.0	96.0	89.9	1.1	91.0	+ 147	1853
3	68.0	28.0	96.0	90.8	1.1	91.9	+ 120	1880

Das Thier war am 9. Dezember mit 2000 Fleisch nahezu im Stickstoffgleichgewichte, es setzte den Stickstoff von 30 Fleisch an und verbrauchte also den von 1970 Fleisch. Durch die Zugabe von Leim wird nun Eiweiss erspart und weniger davon zersetzt, es konnte Ansatz stattfinden. Wir nehmen dabei an, dass der Leim leichter zerfällt als das Eiweiss; es wird aus allen Versuchen hervorgehen, dass diese Annahme gerechtfertigt ist und dass darnach nie Leim angesetzt wird, sondern derselbe stets (höchstens bis auf ganz geringe Mengen) im Laufe von 24 Stunden in seine letzten Zersetzungsprodukte übergeht.

Der Ansatz von Fleisch unter dem Einflusse des Leimes nahm jedoch von Tag zu Tag ab, wie es bei Fleischansatz überhaupt der Fall ist. In den drei Tagen wurde 652 Fleisch angesetzt, während vorher mit 2000 Fleisch allein kaum mehr ein Ansatz stattfand.

Fette und Kohlehydrate haben, wie bekannt, eine ähnliche ersparende Wirkung auf den Eiweissumsatz. Mit Fett und Kohlehydraten wurde aber bei Darreichung grosser Quantitäten von Fleisch nicht so viel Fleisch zur Ablagerung gebracht als hier durch den Leim. Ich gebe einige Beispiele hierfür an.

Am 31. März 1859 befand sich der nämliche Hund mit 1800 Fleisch nahezu im Stickstoffgleichgewichte, er setzte nur noch 29 Fleisch an; den Tag darauf, den 1. April, speicherte er bei Zufügung von 250 Fett zu den 1800 Fleisch 162 Fleisch auf.

Am 21. Januar 1862 verbrauchte der Hund bei Darreichung von 1500 Fleisch 1512 Fleisch; am 22. Januar fand mit 1500 Fleisch und 150 Fett ein Ansatz von 80 Fleisch statt.

Am 7. Juli 1863 betrug der Fleischumsatz bei Fütterung mit 1500 Fleisch 1599 Grmm.; als das Thier am 8. Juli zu den 1500 Fleisch noch 200 Stärkemehl erhielt, setzte es 46 Fleisch an.

Ich bemerke noch, dass mit der reichlichen Harnstoffausscheidung bei der Leimfütterung sehr viel Harn gebildet wird, auch dann wenn dem Thiere nicht mehr Wasser vorgesetzt worden war; darum wurden auch, wenn die Aufnahme von Wasser freistand, bedeutende Mengen davon aufgenommen. Die Sache verhält sich gerade so, wie bei Genuss von Kochsalz.

Nach Aufnahme von Leim reagiren die ersten Portionen des Harns alkalisch, die späteren aber, etwa 10 Stunden nach der Nahrungseinfuhr, sauer. Ich habe mich früher bemüht, die Ursache dieser alkalischen Reaktion zu finden; ich dachte an die Anwesenheit von Kreatinin oder Ammoniak, konnte es aber durch das Experiment nicht bestätigen. Herr Dr. Fr. Hofmann hat nun gefunden, dass der verfütterte Leim eine alkalisch reagirende Asche hinterlässt, die bei der Zersetzung des Leimes in den Harn übergeht.

#### 2. Reihe bei 1800 Fleisch und 200 Leim. (20.—22. März 1861.)

Nr.	Datum 1861	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung			Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	20. Mai	32.400	1800	200	745	1695	149.2	0
2	21. "	32.800	1800	200	1282	1852	170.9	0
3	22. "	33.500	—	—	—	—	—	82.8

Daraus ergibt sich Folgendes:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	61.2	28.5	89.7	69.7	2.7	72.4	+ 329	1471
2	61.2	28.5	89.7	79.7	2.7	82.4	+ 215	1585

An den dieser Fütterung vorausgehenden Tagen hatte der Hund während vier Tagen kein Fleisch und dann während zwei Tagen nur 200 Fleisch erhalten. Er setzte daher hier beträchtlich Fleisch an, und zwar den ersten Tag mehr als den zweiten. Es ist nicht mit Bestimmtheit anzugeben, ob der Leim wesentlich zum Ansatz beigetragen hat, da auch bei Fütterung mit Fleisch allein, wenn

vorher wenig dargereicht worden war, eine Ablagerung von Fleisch in dieser Grösse vorkommen kann.<sup>1)</sup>

3. Reihe bei 1100 und 1200 Fleisch und 100 Leim. (1.—3. Mai 1858; B. u. V. S. 216.)

Nr.	Datum 1858	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	1. Mai	40,500	1100	100	160	1133	110.6	0
2	2. "	40,400	1200	100	93	1052	112.1	0
3	3. "	40,430	—	—	—	—	—	16.0

Darnach berechnet sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	37.4	14.0	51.4	51.6	0.5	52.1	— 20	1120
2	40.8	14.0	54.8	52.3	0.5	52.8	+ 59	1141

Da der Hund sich vor dieser Reihe (am 30. April) mit 1600 Fleisch im Stickstoffgleichgewichte befand, so hätte er nach den sonstigen Erfahrungen bei dem plötzlichen Abfall zu 1100 Fleisch eine nicht unbeträchtliche Menge von Fleisch vom Körper verloren. Dies trat aber nur in ganz geringem Grade ein, also musste der Leim die Zersetzung eines Theiles des Eiweisses verhindert haben. Den Tag darauf erhielt das Thier 1200 Fleisch mit derselben Leimmenge wie vorher, wobei es entsprechend der Vermehrung des Fleisches in der Kost Fleisch ansetzte.

4. Reihe bei 800 Fleisch und 200 Leim. (3. Mai 1858; B. u. V. S. 216.)

Datum 1858	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
		Fleisch	Leim	Wasser			
3. Mai	40,430	800	200	257	1005	112.5	0
4. "	40,380	—	—	—	—	—	8.0

1) Siehe diese Zeitschrift 1867, Bd. III. S. 47.

Daraus ergibt sich:

N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
27.2	28.0	55.2	52.5	0.5	53.0	+ 65	735

Dieser Fütterungstag folgt auf die vorher betrachtete 3. Reihe bei Darreichung von 1200 Fleisch mit 100 Leim, wobei 59 Fleisch am Körper angesetzt wurden. Als man darauf mit der Fleischquantität auf 800 herabging und mit dem Leim auf 200 stieg, fand keine Abgabe von Fleisch vom Körper statt, wie sie sonst eingetreten wäre, sondern der Ansatz betrug 65 Grmm.

5. Reihe bei 500 Fleisch und 200 Leim. (1.—4. Mai 1859; B. u. V. S. 226.)

Nr.	Datum 1859	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	1. Mai	36,770	500	200	1109	842	89.1	—
2	2. "	36,980	500	200	708	922	88.9	0
3	3. "	36,990	500	200	810	943	95.3	0
4	4. "	37,060	—	—	—	—	—	48.6

Daraus berechnet sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	17.0	28.1	45.1	41.6	1.0	42.5	+ 73	427
2	17.0	28.1	45.1	41.5	1.0	42.5	+ 76	424
3	17.0	28.1	45.1	44.5	1.0	45.5	— 12	512
Med:	17.0	28.1	45.1	42.5	1.0	43.5	+ 54	446

Der Hund hatte vor dieser Reihe während eines Tages (am 30. April) gemischtes Fressen gehabt, und erhielt darauf 500 Fleisch mit 200 Leim. Direkt vorher waren 500 Fleisch allein und 500 Fleisch mit verschiedenen Mengen von Fett gegeben worden, so dass es möglich ist, die Wirkung des Leimes auf den Eiweissumsatz genau zu prüfen. Es ergab sich:



Datum 1859	Nahrung				Fleisch am Körper	Fleisch- umsatz
	Fleisch	Fett	Leim	Wasser		
15.—19. April	500	100	0	194	+ 37	463
19.—22. "	500	200	0	286	0	500
22.—25. "	500	300	0	321	+ 44	456
25.—29. "	500	0	0	190	- 22	522
1.—4. Mai	500	0	200	876	+ 54	446

Der Leim ersparte also gegenüber 500 Fleisch allein, mit welchen er nicht ausreichte, Eiweiss, und er leistete in dieser Beziehung etwas mehr als 100—300 Fett.

6. Reihe bei 400 Fleisch und 300 Leim. (4.—6. Mai 1858; B. u. V. S. 216.)

Nr.	Datum 1858	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung			Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	4. Mai	40,380	400	300	289	937	111,0	0
2	5. "	40,110	400	300	543	960	109,9	0
3	6. "	40,000	—	—	—	—	—	16,0

Daraus berechnet sich folgendes:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	13,6	42,0	55,6	51,8	0,5	52,3	+ 97	308
2	13,6	42,0	55,6	51,3	0,5	51,8	+ 112	288
Mittel:	13,6	42,0	55,6	51,6	0,5	52,1	+ 103	297

Diese Reihe folgte auf die vierte vorher betrachtete mit 800 Fleisch und 200 Leim, wobei 65 Fleisch am Körper abgelagert wurden. Trotzdem also hier um 400 Fleisch weniger gegeben werden, findet doch ein Ansatz von 103 Fleisch täglich statt, da die Leimmenge von 200 auf 300 erhöht worden war. Das Thier bestritt dabei seinen Eiweissumsatz mit 297 Fleisch und 300 Leim.

Es zeigte früher<sup>1)</sup> (den 4. Dezember 1857) als Minimum bei einem sehr herabgekommenen Zustande und bei Fütterung mit 450 Fleisch und 250 Fett einen Fleischumsatz von 342 Grmm. Bei Verzehrung von 400 Fleisch allein habe ich aber stets eine bedeutende Abgabe von Fleisch vom Körper gesehen, nie einen Ansatz von 103 Grmm. Der Leim ermöglicht also wie das Fett oder die Kohlehydrate eine Ersparung von Eiweiss, welche in den bis jetzt betrachteten Beispielen etwas weiter geht, als sie durch jene stickstofffreien Stoffe geschehen kann; derselbe war fortwährend im Stande, von 1200 Fleisch in der Nahrung an bis auf 400 Fleisch herab (1.—6. Mai 1858, Reihe 3, 4 und 6) ansehnliche Mengen von Fleisch zu ersetzen.

7. Reihe bei 400 Fleisch und 200 Leim. (3.—6. März 1861.)

Nr.	Datum 1861	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung			Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	3. März	32,550	400	200	620	906	86,5	0
2	4. "	32,330	400	200	703	973	87,6	0
3	5. "	32,280	400	200	1088	889	83,1	0
4	6. "	32,200	—	—	—	—	—	27,2

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	13,6	28,5	42,1	40,4	0,5	41,0	+ 32	368
2	13,6	28,5	42,1	40,9	0,5	41,5	+ 18	352
3	13,6	28,5	42,1	38,8	0,5	39,4	+ 79	321
Mittel:	13,6	28,5	42,1	40,0	0,5	40,6	+ 44	356

Der Hund hatte direkt vorher vom 28. Februar bis 3. März 400 Fleisch mit 250 Zucker, vom 25. bis 28. Februar 400 Fleisch mit 250 Stärke und am 24. Februar 400 Fleisch mit 200 Fett zugeführt erhalten; es ist daher hier die Gelegenheit gegeben, die Wirkung von stickstofffreien Stoffen auf den Eiweissumsatz mit der des Leimes zu vergleichen. Es wurde erhalten:

1) Siehe diese Zeitschrift 1867, Bd. III, S. 30.

Datum 1861	Nahrung				Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Fett	Kohlehydrat	Leim		
24. Februar . . .	400	200	—	—	— 50	450
25.—28. Februar . .	400	—	250 St.	—	— 31	431
28. Febr. bis 3. März	400	—	250 Z.	—	— 39	439
3.—6. März . . .	400	—	—	200	+ 44	356

Hier ist es vollkommen deutlich, dass Leim in Ersparung von Eiweiss mehr zu leisten vermag, als Fett oder Kohlehydrate.

8. Reihe bei 200 Fleisch und 200 Leim. (13.—16. Dezember 1858; B. u. V. S. 220.)

Nr.	Datum 1858	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung			Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	13. Dez.	33.040	200	200	1066	1473	104.6	0
2	14. "	32.510	200	200	757	1201	86.4	0
3	15. "	32.070	200	200	538	872	81.4	0
4	16. "	31.750	—	—	—	—	—	37.9

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	6.8	28.0	34.8	48.8	0.8	49.6	— 435	635
2	6.8	28.0	34.8	40.3	0.8	41.1	— 185	385
3	6.8	28.0	34.8	38.0	0.8	38.8	— 118	318

Der Hund hatte vorher 2000 Fleisch mit 200 Leim (in Reihe 1) erhalten und dabei zuletzt 1880 Fleisch verbraucht; er musste also hier beim Uebergang zu nur 200 Fleisch nach allen früheren Erfahrungen an den ersten Tagen Fleisch von seinem Körper verlieren. Dies geschah nun auch; die Fleischabgabe vom Körper nahm aber von Tag zu Tag ab, und es wäre wohl ganz interessant gewesen, zu prüfen, ob das Thier bei fortgesetztem Gebrauche von 200 Fleisch mit 200 Leim sich schliesslich in das Stickstoffgleichgewicht gesetzt hätte.

9. Reihe bei 200 Fleisch und 300 Leim. (16.—18. Dezember 1858; B. u. V. S. 223.)

Nr.	Datum 1858	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung			Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	16. Dez.	31.750	200	300	1441	1630	108.1	0
2	17. "	31.610	200	300	1108	1302	108.4	15.8
3	18. "	31.330	—	—	—	—	—	15.8

Daraus berechnet sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch	
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa			
1	6.8	42.0	48.8	50.4	1.1	51.5	— 79	279	
2	6.8	42.0	48.8	50.6	1.1	51.7	— 86	286	
Mittel:		6.8	42.0	48.8	50.5	1.1	51.6	— 82	282

In der vorausgehenden 8. Reihe bei Fütterung mit 200 Fleisch und 200 Leim wurden am dritten Tage noch 318 Fleisch verbraucht und also 118 Fleisch vom Körper zugegeben; wir liessen es zweifelhaft, ob bei längerer Dauer des Versuchs der Eiweissumsatz noch kleiner geworden wäre. Die Vermehrung der Leimmenge auf 300 Grmm. verminderte gleich den Fleischverbrauch von 318 auf 282 Grmm., d. h. es wurden nur mehr 84 Fleisch vom Körper abgegeben. Ein Zusatz von 100 Leim erspart also selbst bei nur 200 Fleisch in der Nahrung noch etwas Eiweiss.

Der Fleischzerfall ist hier bei der grossen Leimmenge nicht wesentlich niedriger, als er auch bei ähnlicher Fleischzufuhr mit grossen Mengen stickstofffreier Substanzen werden kann. Vom 28. Oct. bis 8. Nov. 1857 verbrauchte z. B. derselbe Hund bei Fütterung mit 176 Fleisch und 100—364 Stärke täglich nur 220 Fleisch; vom 8.—15. November 1857 bei 176 Fleisch und 50—250 Fett nur 238 Fleisch; am 2. Dezember 1857 bei 250 Fleisch und 250 Fett nur 270 Fleisch.

Nachdem der Hund sich (am 9. Dezember 1858) mit 2000 Fleisch allein nahezu in's Stickstoffgleichgewicht gesetzt hatte, kamen die Leimreihen vom 10.—18. Dezember (Reihe 1, 8 u. 9), während

deren er im Ganzen 263 Fleisch vom Körper verlor. Darauf folgte nun abermals eine Fütterung mit 2000 Fleisch, wodurch also der Verlust wieder ersetzt werden sollte. Es wurden dabei auch am 18. und 19. Dezember 309 Fleisch angesetzt.

## 10. Reihe bei 200 Fleisch und 200 Leim. (18.—20. Mai 1861.)

Nr.	Datum 1861	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung			Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	18. Mai	32,910	200	200	1078	1044	70.2	0
2	19. "	32,670	200	200	1210	1014	72.4	0
3	20. "	32,400	—	—	—	—	—	65.1

Daraus berechnet sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	6.8	28.5	35.3	32.8	1.2	34.0	+ 38	162
2	6.8	28.5	35.3	33.8	1.2	35.0	+ 8	191
Mittel:	6.8	28.5	35.3	33.2	1.2	34.4	+ 25	175

Der Hund hatte vorher während vier Tagen kein Fleisch erhalten, sondern nur Leim und Fett, er war daher in etwas herabgekommenem Zustande. Darauf setzte er nun bei Verzehrung von 200 Fleisch und 200 Leim schon an, was sonst nie geschieht bei Darreichung von 200 Fleisch allein oder von 200 Fleisch mit stickstofffreien Stoffen. Bei Fütterung mit reinem Fleisch gab der Hund bei Aufnahme von 480 Grmm. <sup>1)</sup> im Minimum 12 Grmm. Fleisch vom Körper her; bei Zusatz von Fett verlor er bei 250 Fleisch und 250 Fett ebenfalls noch Fleisch von seinem Körper und erst bei 350 Fleisch und 250 Fett bestand Stickstoffgleichgewicht; bei Zusatz von Stärkemehl wurden bei 176 Fleisch und 364 Stärke immer noch 44 Fleisch vom Körper zugesetzt. Der Leim leistete also hier in Ersparung von Eiweiss entschieden mehr als die stickstofffreien Stoffe.

1) Siehe diese Zeitschrift 1867. Bd. III. S. 29 u. 30.

## 11. Reihe bei 200 Leim. (4.—7. Mai 1859; B. u. V. S. 232.)

Nr.	Datum 1859	Körper- gewicht in Kilo	Nahrung		Harn- menge	Harn- stoff	Koth trocken
			Leim	Wasser			
1	4. Mai	37,060	200	692	604	63.8	0
2	5. "	36,860	200	792	789	67.0	0
3	6. "	36,710	200	931	768	66.2	0
4	7. "	36,490	—	—	—	—	18.8

Daraus berechnet sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa	Harn	Koth		
1	28.1	29.8	0.3	30.1	—	59	—	59
2	28.1	31.3	0.3	31.6	—	103	—	103
3	28.1	30.9	0.3	31.2	—	91	—	91
Mittel:	28.1	30.7	0.3	31.0	—	83	—	83

Vor dieser Reihe waren dem Thiere 500 Fleisch und 200 Leim gegeben worden, wobei es im Mittel noch 54 Fleisch ansetzte. Hier nun verbrauchte es ohne Eiweisszufuhr nur 83 Fleisch vom Körper, entsprechend 6.0 Harnstoff. Dies ist eine so geringe Menge, dass sie bei vollkommenem Hunger nie von demselben Hunde erreicht worden ist; es hat also auch bei gänzlicher Abstinenz von eiweisshaltiger Substanz der Leim Eiweiss erspart. Bei den vielen Hungerreihen <sup>1)</sup> hatte der Hund nur in 3 Fällen unter 13.8 Harnstoff abgesondert und unter 189 Fleisch zersetzt, und zwar an den folgenden Tagen:

am 15. November 1857 wurden nach einem 64tägigen Hungern und einer 22tägigen Fütterung mit nur 176 Fleisch unter Zusatz von Stärkemehl oder Fett 9.9 Harnstoff ausgeschieden, also 136 Fleisch verbraucht;

1) Diese Zeitschrift 1866. Bd. II. S. 313.

am 4. Juni 1861 kamen nach gemischtem Fressen nur 9.6 Harnstoff, welche einem Umsatz von 132 Fleisch entsprechen, zur Ausscheidung;

am 6. Juni 1861 wurden nach einem Hungertag und nach Fütterung mit 700 Stärkemehl nur 8.3 Harnstoff gefunden, 113 Fleisch entsprechend.

Bei ausschliesslicher Fettzufuhr betrug der Fleischumsatz<sup>1)</sup>:

Datum	Fett gefressen	Fleischumsatz
23. März bis 4. April 1862 . . . . .	100	185
1.—4. Februar 1865 . . . . .	200	155
21.—23. April 1864 . . . . .	300	187
12. Januar 1865 . . . . .	300	165
15.—17. März 1858 . . . . .	340	205
18.—20. April 1861 . . . . .	350	291

Ähnlich verhielt sich die Grösse der Fleischzersetzung bei Darreichung von Kohlehydraten:<sup>2)</sup>

Datum	Kohlehydrate gefressen	Fleischumsatz
2.—4. April 1858 . . . . .	450 St.	167
22.—24. März 1865 . . . . .	500 St.	170
25.—28. October 1857 . . . . .	100—364 St.	175
3.—5. Mai 1861 . . . . .	700 St.	217
28. April 1858 . . . . .	500 Z.	224
27.—29. März 1861 . . . . .	450 St.	234

Da hier bei Zufuhr von 200 Leim nur 83 Fleisch verbraucht wurden, so hat also der Leim in Hinsicht der Eiweissersparung eine bedeutendere Wirkung als die grössten Mengen von Fett oder Kohlehydraten ausgeübt.

1) Diese Zeitschrift 1869, Bd. V. S. 331.  
2) Diese Zeitschrift 1869, Bd. V. S. 432.

## 12. Reihe bei 200 Leim. (9.—11. Mai 1861.)

Nr.	Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Nahrung		Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Wasser			
1	9. Mai	34,450	200	913	847	64.1	0
2	10. "	34,050	200	1005	903	65.0	0
3	11. "	33,700	—	—	—	—	51.4

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
		Leim	Harn	Koth		
1	28.5	29.9	1.6	31.5	— 88	— 88
2	28.5	30.3	1.6	31.9	— 100	— 100
Mittl: 28.5		30.1	1.6	31.7	— 97	— 94

Vor dieser Reihe war dem Hund gemischtes Fressen verabreicht worden; einige Tage vorher (3.—5. Mai) hatte er ebenfalls nach gemischtem Fressen 2 Tage je 700 Stärkemehl erhalten und bei dieser enorm grossen Menge stickstoffreicher Substanz den ersten Tag 238, den zweiten 197 Fleisch vom Körper abgegeben; hier zersetzt er bei 200 Leim nur 94 Fleisch. Dies Resultat stimmt also völlig mit dem der 11. Reihe überein; der Leim erspart ganz ansehnliche Quantitäten von Eiweiss.

## 13. Reihe bei 200 Leim. (14.—16. Mai 1861.)

Nr.	Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Nahrung		Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Wasser			
1	14. Mai	33,810	200	1179	737	67.3	—
2	15. "	33,500	200	1050	966	64.5	0
3	16. "	33,120	—	—	—	—	52.0

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa		
1	28,5	31,4	1,7	33,1	— 155	135
2	28,5	30,1	1,7	31,8	— 97	97
Mittel: 28,5		30,7	1,7	32,4	— 118	118

Vorher erhielt der Hund wie bei der vorausgehenden 12. Reihe gemischtes Fressen; der Erfolg war ganz der gleiche wie damals, es wurden nur 118 Fleisch vom Körper verbraucht.

14. Reihe bei 200 Leim. (23.—26. Juli 1865.)

Nr.	Datum 1865	Körpergewicht in Kilo	Nahrung		Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Wasser			
1	23. Juli	35,370	200	807	565	60,5	0
2	24. "	35,070	200	1079	600	66,2	23,6
3	25. "	34,680	200	1042	581	64,5	0
4	26. "	34,070	—	—	—	—	9,5

Daraus berechnet sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa		
1	28,5	28,2	0,4	28,6	— 3	3
2	28,5	30,9	0,4	31,3	— 82	82
3	28,5	30,1	0,4	30,5	— 59	59
Mittel: 28,5		29,8	0,4	30,2	— 51	51

Das Thier war hier nach längerem gemischtem Fressen sehr dick und fett geworden, der Fleischumsatz war deshalb ein sehr geringer. Einige Zeit vorher hatte es, ebenfalls nach gemischtem Fressen, beim Hunger (vom 8.—14. Juli 1865) im Mittel im Tag 169 Fleisch zersetzt. Es ergibt sich also wiederum durch Leim eine sehr bedeutende Eiweissersparnis.

Es soll nun gesehen werden, ob durch Zusatz von Fett zu

dem Leim noch mehr Eiweiss erspart, ja vielleicht sogar die Eiweissabgabe vom Körper ganz aufgehoben wird.

15. Reihe bei 50 Leim und 200 Fett (12.—15. Mai 1859. B. u. V. S. 236).

Nr.	Datum 1859	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Fett	Wasser			
1	12. Mai	36,490	50	200	685	341	34,4	0
2	13. "	36,130	50	200	828	267	24,6	0
3	14. "	35,930	50	200	382	302	26,6	0
4	15. "	35,570	—	—	—	—	—	43,3

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa		
1	7,0	16,0	0,4	16,4	— 276	276
2	7,0	11,5	0,4	11,9	— 144	144
3	7,0	12,4	0,4	12,4	— 159	159
Mittel: 7,0		13,3	0,4	13,7	— 198	198

Nach 2 tägigem reichlichem gemischtem Fressen erhielt hier der Hund 50 Leim und 200 Fett; wegen der vorausgehenden reichlichen Nahrung gab er den ersten Tag mehr Fleisch von seinem Körper her als die folgenden Tage, im Mittel verlor er täglich 198 Fleisch, jedenfalls mehr als früher bei 200 Leim allein.

16. Reihe bei 100 Leim und 200 Fett. (15.—18. Mai 1859; B. u. V. S. 238.)

Nr.	Datum 1859	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Fett	Wasser			
1	15. Mai	35,570	100	200	778	333	32,7	0
2	16. "	35,440	100	200	752	372	38,5	0
3	17. "	34,960	100	200	723	349	38,3	0
4	18. "	34,650	—	—	—	—	—	52,2

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa		
1	14.0	15.3	0.5	15.8	- 53	53
2	14.0	18.0	0.5	18.5	- 132	132
3	14.0	17.9	0.5	18.4	- 129	129
Mittl: 14.0						
		17.0	0.5	17.5	- 103	103

In der vorausgehenden 15. Reihe waren bei 50 Leim und 200 Fett 198 Fleisch vom Körper abgegeben worden, hier hatte die Steigerung auf 100 Leim eine geringere Abgabe zur Folge.

17. Reihe bei 200 Leim und 200 Fett. (7.—10. Mai 1859; B. u. V. S. 234.)

Nr.	Datum 1859	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Fett	Wasser			
1	7. Mai	36.490	200	200	1026	812	63.2	0
2	8. "	36.600	200	200	1302	897	55.8	21.2
3	9. "	36.520	200	200	767	879	69.9	0
4	10. "	36.250	—	—	—	—	—	21.3

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa		
1	28.1	29.5	0.5	30.0	- 56	56
2	28.1	26.0	0.5	26.5	+ 47	+ 47
3	28.1	32.6	0.5	33.1	- 147	147
Mittl: 28.1						
		29.4	0.5	29.9	- 53	53

Nachdem die Tage vorher bei ausschliesslicher Fütterung mit 200 Leim (11. Reihe) im Mittel täglich 83 Fleisch verbraucht wurden, sank hier bei Zugabe von 200 Fett zu 200 Leim, welche den Fettverlust vom Körper jedenfalls aufhoben, wenn nicht Fettsatz

hervorbrachten, die Fleischabgabe auf die minimale Grösse von 53 Grmm. herab.

18. Reihe bei 200 Leim und 200 Fett. (16.—18. Mai 1861.)

Nr.	Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Leim	Fett	Wasser			
1	16. Mai	33.120	200	200	1173	757	63.3	0
2	17. "	33.160	200	200	1194	1194	63.8	51.5
3	18. "	32.910	—	—	—	—	—	0

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen	N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Leim	Harn	Koth	Summa		
1	28.5	29.5	1.2	30.7	- 65	65
2	28.5	29.8	1.2	31.0	- 73	73
Mittl: 28.5						
		29.6	1.2	30.8	- 69	69

Diese Reihe folgte unmittelbar auf die 13. Reihe (vom 14. bis 16. Mai 1861) bei Darreichung von 200 Leim allein, wobei im Mittel im Tag 118 Fleisch verbraucht wurden. Der Zusatz von 200 Fett hat also abermals ein weiteres Sinken der Eiweissersetzung (bis auf 69 Grmm.) hervorgebracht, völlig in Uebereinstimmung mit der 17. Reihe vom 7.—10. Mai 1859.

Um die Abhängigkeit der Eiweissersparnis von der Quantität des Leimes deutlich zu zeigen, ordne ich die Resultate der Versuche mit Leim und Fett in folgender kleiner Tabelle:

Nr.	Datum	Nahrung			Harnmenge	Fleisch am Körper
		Leim	Fett	Wasser		
15	12.—15. Mai 1859	50	200	631	303	- 198
16	15.—18. "	100	200	751	351	- 103
11	4.—7. "	200	0	805	713	- 83
17	7.—10. "	200	200	1031	862	- 53
18	16.—18. " 1861	200	200	1183	975	- 69

Man ersieht daraus sehr schön, wie die Menge des Leimes für den Fleischumsatz bestimmend ist und viel weniger das Fett; bei gleichen Leimgaben macht das Fett aber noch eine weitere Herabsetzung. Zugleich mit der Leimmenge nimmt auch die Wasseraufnahme und die Harnmenge zu. In keiner der Reihen, auch bei Zusatz von viel Fett, gelang es, den Eiweissumsatz ganz aufzuheben.

Stellt man die mittleren Zahlen der an diesem Hunde gemachten Versuchsreihen übersichtlich zusammen, so erhält man:

Nr.	Datum	Nahrung			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
		Fleisch	Leim	Fett		
1	10.—13. Dez. 1858	2000	200	0	+ 214	1786
2	20.—22. Mai 1861	1800	200	0	+ 272	1528
3	2. Mai 1858 . . .	1200	100	0	+ 59	1141
4	1. " " . . .	1100	100	0	— 20	1120
5	3. " " . . .	800	200	0	+ 65	735
6	1.—4. Mai 1859 .	500	200	0	+ 54	446
7	4.—6. " 1858 .	400	300	0	+ 103	297
8	3.—6. " 1861 .	400	200	0	+ 44	356
9	13.—16. Dez. 1858	200	200	0	— 118	318
10	16.—18. " "	200	300	0	— 84	284
11	18.—20. Mai 1861	200	200	0	+ 25	175
12	4.—7. " 1859	0	200	0	— 83	83
13	9.—11. " 1861	0	200	0	— 94	94
14	14.—16. " "	0	200	0	— 118	118
15	23.—26. Juli 1865	0	200	0	— 51	51
16	12.—15. Mai 1859	0	50	200	— 198	198
17	15.—18. " "	0	100	200	— 103	103
18	7.—10. " "	0	200	200	— 53	53
19	16.—18. " 1861	0	200	200	— 69	69

Es geht daraus und aus den vorher an die einzelnen Reihen geknüpften Betrachtungen hervor, dass der Leim stets Eiweiss erspart, da ohne ihn mehr Eiweiss zersetzt wird. Er übt diese Wirkung bei grösseren und kleineren Quantitäten des zugleich mit dem Leim gegebenen Fleisches und er hat sie, namentlich bei kleineren Quantitäten, in viel höherem Maasse als Fette und Kohlehydrate. Es lässt sich nachweisen, dass reichlichere Mengen von Leim mehr Eiweiss ersparen, dass aber stets noch Eiweiss vom Körper hergegeben wird, auch wenn man zu viel Leim die grössten Mengen von Fett hinzufügt. Ein

gleichzeitiger Zusatz von Fett zu dem Leim macht jedoch ein stärkeres Sinken des Eiweissumsatzes als Leim allein. Es war nicht möglich, mehr als 300 Leim dem Thiere beizubringen; eine weitere Vermehrung machte Erbrechen und Diarrhöen. Die Zahlen thun auch wohl dar, dass aller im Darm resorbirte Leim rasch zersetzt wird; es ist möglich, dass am Anfange einer Reihe ein kleiner Theil des Leimes länger als 24 Stunden unresorbirt im Darm bleibt und erst den kommenden Tag aufgenommen wird; oder dass ein kleiner Theil des Leimes länger als 24 Stunden in den Säften unzerlegt circulirt und erst später sich zersetzt. Aber eine Ablagerung von Leim in den Organen, z. B. in den leimgabenden Geweben oder in dem eiweisshaltigen Protoplasma anderer Gewebe, ist nach obigen Zahlen nicht möglich, man müsste denn annehmen wollen, dass Leim angespeichert und dafür Eiweiss abgegeben worden ist. Der Leim ist also nur im Stande, einen Theil des Eiweisses zu ersetzen und nicht alles.

Um die gewonnenen Resultate völlig sicher zu stellen und noch einige weitere Fragen zu beantworten, habe ich noch an anderen Hunden Versuche mit Leimfütterung unter Controlirung des Eiweissumsatzes angestellt.

Ein Hund (b) von 23 Kilo Gewicht, welcher vor der Leimreihe während 3 Tagen so viel Brod gefressen hatte, dass er sich damit im Stickstoffgleichgewicht hielt, bekam vom 8.—11. December 1859 täglich 200 Fleisch und 200 Leim. Der Erfolg war:

Nr.	Datum 1859	Körpergewicht in Kilo	Nahrung			Harnmenge	Harnstoff	Koth trocken
			Fleisch	Leim	Wasser			
1	8. Dez.	23,450	200	200	1834	1311	69,5	0
2	9. "	22,120	200	200	943	1487	75,9	0
3	10. "	21,200	200	200	730	1006	73,1	13,1
4	11. "	20,920	0	0	0	209	16,3	0
5	12. "	20,310	0	0	0	182	14,3	13,7
6	13. "	19,920	0	0	0	146	11,2	0
7	14. "	19,580	0	0	0	144	11,7	0
8	15. "	19,440	—	—	—	—	—	—

Daraus ergibt sich:

Nr.	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
1	6.8	28.1	34.9	32.4	0.4	32.8	+ 62	138
2	6.8	28.1	34.9	35.4	0.4	35.8	- 26	226
3	6.8	28.1	34.9	34.1	0.4	34.5	+ 12	188
Mittel	6.8	28.1	34.9	34.1	0.4	34.5	+ 14	186

Es setzte also dieser etwas kleinere Hund bei 200 Fleisch mit 200 Leim schon Fleisch am Körper an, ähnlich wie der grössere Hund a in herabgekommenem Zustande (10. Reihe).

Der Hund b hatte kurze Zeit vorher während drei Tagen (29. November bis 2. December 1859) 200 Fleisch mit 250 Fett erhalten und dabei folgende Stickstoffbilanz gezeigt:

in 600 Fleisch	=	20.4 Stickstoff
in 53.2 Harnstoff	=	24.8 Stickstoff
in 30.0 trockenem Koth	=	1.3 Stickstoff
in den Ausgaben	=	26.1 Stickstoff.

Das Plus von 5.7 Stickstoff in den Ausgaben entspricht 170 Fleisch; am 1. Tage wurden also 57 Fleisch vom Körper hergegeben, während der Verlust bei 200 Fleisch und 200 Leim nur 14 Fleisch betrug, so dass auch hier 200 Leim mehr leisteten als 250 Fett.

Der mittlere tägliche Fleischverbrauch in den vier der Leimfütterung folgenden Hungertagen war 183 Grmm., also gerade so viel als vorher bei Darreichung von 200 Fleisch und 200 Leim, was wieder die Eiweiss ersparende Wirkung des Leimes zeigt, da sonst auch bei der kleinsten Fleischzufuhr mehr zersetzt wird als beim Hunger.

Am ersten Hungertage nach der Fütterung mit 200 Fleisch und 200 Leim werden nur 16.3 Harnstoff entleert, am zweiten 14.3, am dritten 11.2, nicht anders als es gewöhnlich beim Hunger der Fall ist; dies beweist, dass hier keine irgend erhebliche Menge von

Leim im Körper längere Zeit als 24 Stunden unzersetzt zurückgehalten worden ist.

Viel umfassender und in mancher Hinsicht entscheidend sind aber die an einem sehr grossen 40–50 Kilo schweren Hunde (c) mit meinem Assistenten Dr. Franz Hofmann ausgeführten Versuche, welche ich in ihrer zeitlichen Reihenfolge gebe und nicht geordnet nach den Quantitäten des verfütterten Fleisches oder Leimes, da die einzelnen Reihen nur mit Bezug auf die, direkt vorhergehenden richtig beurtheilt werden können.

1. Reihe bei 500 Fleisch und 150–200 Speck. (7.–18. October 1871.)

Es sollte zuerst die Fleischmenge aufgesucht werden, mit welcher bei Zusatz von Fett der Körper stets noch Fleisch von sich abgibt, um dann den Eiweiss ersparenden Einfluss des Leimes klar erkennen zu können. Da der frühere etwa 35 Kilo schwere Hund a, eben mit 500 Fleisch und 200 Fett zureichte, so war zu erwarten, dass der jetzige 42 Kilo schwere Hund damit nicht auskam. Dies zeigte sich nun auch in der folgenden Versuchsreihe, welche nach längerem gemischtem Fressen und einem Hungertag (mit einer Ausscheidung von 20.3 Stickstoff im Harn) folgte.

Datum 1871	Nahrung			Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Wasser			
7. October	500	150	0	890	26.0	30.7
8. "	500	150	0	660	18.4	0
9. "	500	150	0	1630	27.6	0
10. "	500	150	750	1175	21.5	0
11. "	500	150	1100	830	19.1	0
12. "	500	200	1100	837	19.6	54.1
13. "	500	200	1100	1188	21.8	0
14. "	500	200	1100	1190	20.9	0
15. "	500	200	1100	921	21.5	64.3
16. "	500	200	1100	945	16.2	0
17. "	500	200	1100	1338	28.4	0

Der Hund, dessen Harn vollkommen in einem untergehaltenen Glase aufgefangen wurde, war anfangs noch nicht gewöhnt, bei Ab-



schluss des Versuchstages seine Blase völlig zu entleeren, daher die Schwankungen in der Harnausscheidung. Nehmen wir die 6 letzten Tage, an denen täglich 500 Fleisch und 200 Speck gefüttert wurden, so ergibt die Stickstoffbilanz:

Datum 1871	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Speck	Summa	Harn	Koth	Summa		
12.—18. Oct.	102,9	2,6	104,5	122,4	3,9	126,4	— 817	3817
Mittel . . .	17,5	0,4	17,9	21,4	0,7	22,1	— 136	636

Es reichte das Thier also mit 500 Fleisch und 200 Speck nicht hin; es wurden täglich noch 136 Fleisch vom Körper abgegeben.

2. Reihe bei 300 Fleisch, 200 Speck, 100 Leim und 5 Fleischextrakt. (19.—25. October 1871.)

Als durch den vorausgehenden Versuch festgestellt war, dass der Hund bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Speck täglich noch 136 Fleisch von seinem Körper verlor, sollte er jetzt, nachdem am 18. October nur Knochen zur Abgrenzung des Kothes gereicht worden waren, nur 300 Fleisch mit 200 Speck und 100 Leim erhalten. Ausserdem wurden täglich 5 Fleischextrakt zugefügt, um den Einwand zu beseitigen, dass in dem Futter nicht genügend Salze enthalten waren. Es ergab sich dabei:

Datum 1871	Nahrung				Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Leim	Wasser			
19. Oct.	300	2 0	100	1100	1452	36,8	0
20. "	300	200	100	1100	1982	33,1	0
21. "	300	200	100	1100	1654	30,6	30,3
22. "	300	200	100	1100	1592	27,6	0
23. "	300	200	100	1100	1650	28,0	0
24. "	300	200	100	1100	1610	27,8	0

Nimmt man die letzten drei Tage dieser Fütterungsreihe, während deren die Stickstoffausscheidung constant blieb, so erhält man:

Datum 1871	N aufgenommen					N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch ver- brauch
	Fleisch	Speck	Leim	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
22.—25. Oct.	30,6	1,3	43,8	1,5	77,2	83,4	2,4	85,8	— 254	1151
Mittel . . .	10,2	0,4	14,6	0,5	25,7	27,8	0,8	28,6	— 84	384

Während also vorher bei 500 Fleisch und 200 Speck täglich noch 136 Fleisch vom Körper abgegeben wurden, bewirkte der Zusatz von 100 Leim zu 300 Fleisch und 200 Speck, dass nur 84 Fleisch zu Verlust gingen.

3. Reihe bei 300 Fleisch, 200 Speck, 200 Leim und 12 Fleischextrakt. (25.—30. October 1871.)

Es wurde nun beschlossen, die Menge des Leimes auf 200 zu vermehren, um zu entscheiden, ob dadurch die Abgabe von 84 Fleisch vom Körper, wie sie in der vorigen Reihe noch statt hatte, vermieden werden könne.

Datum 1871	Nahrung				Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Leim	Wasser			
25. Oct.	300	200	200	1100	1385	36,5	70,5
26. "	300	200	200	1100	1477	39,6	0
27. "	300	200	200	1100	1756	40,1	0
28. "	300	200	200	1100	1535	38,3	79,1
29. "	300	200	200	1100	1720	39,7	0

Daraus ergibt sich:

Datum 1871	N aufgenommen					N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- ver- brauch
	Fleisch	Speck	Leim	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
25.—29. Oct.	51,0	2,2	146,0	5,6	204,8	194,2	5,1	199,3	+ 161	1339
Mittel . . .	10,2	0,4	29,2	1,1	40,9	38,8	1,0	39,8	+ 32	268

Es ist demnach wirklich möglich, mit 300 Fleisch, 200 Speck und 200 Leim das Thier auf seinem Eiweisstande zu erhalten, ja sogar einen geringen Ansatz von (32 Grm.) Fleisch im Tag zu

bewirken, während vorher mit 500 Fleisch und 200 Speck eine tägliche Abgabe von 136 Fleisch stattfand. Man ersieht auch, dass eine grössere Leimmenge mehr Eiweiss erspart.

Durch diese drei Reihen tritt die Bedeutung des Leimes für die Ernährung klar hervor.

4. Reihe bei 200 Fleisch, 200 Speck, 250 Leim und 5 bis 10 Fleischextrakt. (30. Oktober bis 1. November 1871.)

Es war nun die Frage, ob bei weiterer Verminderung der Fleischmenge und Vermehrung der Leimmenge die Erhaltung des Eiweissstandes noch möglich ist.

Datum 1871	Nahrung				Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Leim	Wasser			
30. Oct.	200	200	250	1600	1656	46.0	0
31. "	200	200	250	1600	1774	44.1	78.1

Ich hätte gerne diese Fütterung noch einige Zeit fortgesetzt, allein es war offenbar die äusserste Grenze erreicht, denn das Thier war, ohne dass Abmagerung eintrat, sehr schwach geworden und es schien gerathen, die Reihe abzubrechen. Es ergab sich dabei:

Datum 1871	N aufgenommen					N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- ver- brauch
	Fleisch	Speck	Leim	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
30. Oct. bis 1. Nov.	13.6	0.9	73.0	1.4	88.9	90.1	2.0	92.1	- 95	495
Mittel . .	6.8	0.4	36.5	0.7	44.4	45.0	1.0	46.0	- 47	247

Wir erfahren daraus, dass mit 200 Fleisch, 200 Speck und 250 Leim der Eiweissverlust nicht aufgehoben werden kann, während mit 300 Fleisch, 200 Speck und 200 Leim noch ein Ansatz von 32 Fleisch stattfindet. Man kann also sagen, dass der grosse Hund, welcher mit 500 Fleisch und 200 Speck nicht ausreichte, sich im äussersten Falle mit 250 Fleisch, 200 Speck und 250 Leim erhält.

5. Reihe bei 200 Speck und 10 Fleischextrakt. (1.—5. November 1871.)

Es sollte jetzt, nachdem die geringste Fleischmenge gefunden war, mit welcher der Hund sich unter Zusatz von Leim im Stickstoffgleichgewichte hält, der Eiweissverbrauch bei Weglassung des Fleisches im Fressen studirt werden, um die geringste Quantität von Fleisch kennen zu lernen, welche dabei der Körper verbraucht, und zu erfahren, ob der Leim ohne Eiweisszufuhr im Stande ist, den Eiweissumsatz ganz zu verhüten.

Zuerst wurde nur Speck mit Fleischextrakt gegeben, in einer Quantität, dass damit die Abgabe von Fett vom Körper sicher vermieden wurde.

Datum 1871	Nahrung		Harnmenge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Speck	Wasser			
1. Nov.	200	1600	1528	16.0	0
2. "	200	1600	1488	9.6	0
3. "	200	1600	1520	8.4	59.0
4. "	200	1600	1492	9.2	0

Darnach wurde nach Weglassung des ersten Tages zersetzt:

Datum 1871	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Speck	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
2.—4. Nov.	1.3	2.8	4.1	27.2	2.0	29.2	- 788	738
Mittel . .	0.4	0.9	1.1	9.1	0.6	9.7	- 246	246

Im Tag werden hier 246 Fleisch vom Körper abgegeben und zersetzt, also nicht weniger als bei 200 Fleisch, 200 Speck und 250 Leim (4. Reihe), was doch sonst nicht der Fall ist und wodurch wieder die eiweissersparende Wirkung des Leimes hervortritt.

6. Reihe bei völligem Hunger. (13.—15. November 1871.)

Direkt auf die vorige Reihe mit 200 Speck (1.—5. November) hatte der Hund (am 5. und 6. November) zu 200 Speck noch 200 Leim zugesetzt erhalten, um zu sehen, wieviel in diesem Falle

der Leim Eiweiss erspart; aber es wurde der Leim nicht ertragen, sondern gleich am ersten Tage viel erbrochen, und am zweiten Tage war das Thier so elend und matt, dass der Versuch unterbrochen werden musste.

Es wurde nun der Hund vom 7. November an bis zum 13. November ins Freie gethan und durch reichliches gemischtes Fressen wieder in die Höhe gebracht. Von 13.—15. November hungerte er, um dem Körper das überschüssige Eiweiss zu entziehen und um den Versuch mit 200 Speck und 200 Leim wiederholen zu können.

Ich berichte zuerst die Resultate der drei Hungertage.

Datum 1871	Nahrung Wasser	Harmmenge	Stickstoff im Harn
13. November	1050	1270	14.9
14. "	1100	1430	8.6
15. "	1100	1918	11.0

Daraus berechnet sich folgendes:

Datum 1871	N abgeben Harn	Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
13.—15. November	34.5	— 1015	1015
Mittel . . . . .	11.5	— 338	338

Es wird demnach, wie auch aus meinen früheren Versuchen hervorging, bei völligem Hunger mehr Eiweiss zersetzt als bei ausschliesslicher Darreichung von Fett (in der 5. Reihe, wo nur 246 Fleisch verbraucht wurden).

7. Reihe 200 Speck, 200 Leim und 5 Fleischextrakt. (16.—18. November 1871.)

Nach den drei Hungertagen wurden jetzt wieder 200 Speck und 200 Leim gereicht, um den Einfluss des Leimes gegenüber den zwei vorausgehenden Versuchsreihen 5 und 6 zu erkennen.

Datum 1871	Nahrung			Harmmenge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Speck	Leim	Wasser			
16. Nov.	200	200	1600	1035	29.7	38.0
17. "	200	200	1600	2265	34.6	0
18. "	200	200	1600	2073	34.2	50.8

Daraus ergibt sich:

Datum 1871	N aufgenommen				N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Speck	Leim	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
16.—18. Nov.	1.3	87.6	1.1	90.3	98.5	2.5	101.0	— 315	315
Mittel . . .	0.4	29.2	0.1	30.1	32.8	0.8	33.7	— 105	105

Es werden hier nur 105 Fleisch vom Körper hergegeben, während vorher bei 200 Speck (5. Reihe) 246, und beim Hunger (6. Reihe) 338 Fleisch zu Verlust gingen. Der Leim ersparte also viel Eiweiss, jedoch war er nicht im Stande, den Eiweissverlust ganz aufzuheben.

Am ersten Tage der 3. Reihe wurden etwa 3 Grmm. Stickstoff weniger ausgeschieden als später; am ersten Tage der 5. Reihe, wo kein Leim mehr gegeben wurde, etwas mehr als sonst beim Uebergang von 200 Fleisch auf eiweissfreie Kost entfernt wurde. Auch hier (7. Reihe) war die Stickstoffausfuhr am ersten Tage um etwa 4 Grmm. geringer als an den folgenden Tagen. Da es sich auch später noch wiederholt, dass am ersten Tage der Leimfütterung weniger Stickstoff im Harn sich findet und bei Weglassen desselben etwas mehr, so scheint dies darauf hinzuweisen, entweder dass der Leim in 24 Stunden nicht völlig aus dem Darm resorbirt wird, oder was wahrscheinlicher ist, dass er länger unzersetzt in den Säften circulirt. Es handelt sich dabei höchstens um etwa 20 Grmm. trocknen Leimes; ich bemerke jedoch, dass sich diese Erscheinung bei keinem anderen Hunde gezeigt hat.

8. Reihe bei Hunger. (22.—25. Januar 1872.)

Nachdem das Thier nach den letzten Fütterungsreihen längere Zeit im Freien bei reichlichem gemischtem Fressen sich erholt hatte

sollten in einer längeren letzten Reihe die vorher gewonnenen Resultate durch möglichst exakte Versuche nochmals geprüft werden.

Zuerst musste durch mehrtägigen Hunger das überschüssige cirkulirende Eiweiss aus dem Körper entfernt werden, was in dieser 8. Reihe geschah.

Datum 1872	Nahrung Wasser	Harnmenge	Stickstoff im Harn
22. Januar	1100	1380	36,0
23. "	1100	1620	33,9
24. "	1100	1026	12,0
25. "	1100	1685	16,8

Aus der Stickstoffausscheidung der zwei letzten Tage ergibt sich:

Datum 1872	N abgegeben Harn	Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
24.—25. Januar	28,8	— 846	846
Mittel . . . . .	14,4	— 423	423

Es werden also hier bei völligem Hunger 423 Fleisch vom Körper abgegeben, in der 6. Reihe unter ähnlichen Verhältnissen, aber bei etwas heruntergekommenem Zustande des Thieres, 338 Fleisch.

9. Reihe bei 500 Fleisch und 200 Speck. (26.—29. Januar 1872.)

Es sollte nun abermals festgestellt werden, ob der Organismus trotz der Entfernung des überschüssigen cirkulirenden Eiweisses bei Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Speck nicht ausreicht, sondern noch Fleisch verliert, wie es die 1. Reihe gezeigt hatte, wo dabei täglich noch 136 Fleisch vom Körper hergegeben worden waren.

Datum 1872	Nahrung			Harnmenge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Wasser			
26. Januar	500	200	1100	1758	19,5	0
27. "	500	200	1100	1448	23,0	13,0
28. "	500	200	1100	1700	19,2	0
29. "	500	200	1100	1825	21,7	0

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Fleisch	Speck	Summa	Harn	Koth	Summa		
26.—29. Jan.	68,0	1,8	69,8	83,5	3,0	86,5	— 491	2491
Mittel . . . . .	17,0	0,4	17,4	20,9	0,7	21,6	— 123	623

Es werden demnach bei 500 Fleisch und 200 Speck von dem grossen Hunde täglich noch 123 Fleisch vom Körper abgegeben; in der 1. Reihe betrug die Abgabe bei derselben Kost, ganz übereinstimmend, 136 Grmm.

10. Reihe bei 300 Fleisch, 200 Speck, 200 Leim und 5 Fleischextrakt. (30. Januar bis 2. Februar 1872.)

Es wurden nun statt 500 Fleisch und 200 Speck, mit denen der Hund nicht zureichte, nur 300 Fleisch mit 200 Speck und 200 Leim gegeben, um zu sehen, ob jetzt wie in der entsprechenden 3. Reihe der Körper durch die Wirkung des Leimes sich mit der geringeren Fleischmenge auf seinem Eiweissbestande erhält.

Datum 1872	Nahrung				Harnmenge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Leim	Wasser			
30. Januar	300	200	200	1600	1805	35,0	60,4
31. "	300	200	200	1600	2120	42,0	0
1. Februar	300	200	200	1600	2035	42,4	37,4
2. "	300	200	200	1600	1820	39,0	60,8

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen					N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleischverbrauch
	Fleisch	Speck	Leim	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
30. Jan. bis 2. Febr.	40,8	1,8	117,0	1,9	161,5	158,5	6,7	165,2	— 110	1310
Mittel . . . . .	10,2	0,4	29,2	0,5	40,4	39,6	1,7	41,3	— 27	327

Es werden hier im Tag bei Einfuhr von 300 Fleisch, 200 Speck und 200 Leim nur 27 Fleisch vom Körper abgegeben, während

vorher ohne den Leim bei 500 Fleisch und 200 Speck die Grösse der Fleischabgabe 123 Grmm. betrug. Es fand also eine ähnliche Ersparung von Fleisch durch den Leim statt wie früher in der 1. und 3. Reihe, wo ohne den Leim 136 Fleisch vom Körper zuzesetzt wurden, mit ihm dagegen 32 Fleisch zum Ansatz gelangten.

Auch hier wird den ersten Tag der Leimkost weniger Stickstoff entleert, und dann in der folgenden Reihe am ersten Tage ohne Leimzufuhr entsprechend mehr; es ist also in 24 Stunden nicht aller Leim zersetzt worden.

11. Reihe bei 300 Fleisch und 200 Speck. (3.—5. Febr. 1872.)

Um die Eiweiss ersparende Wirkung des Leimes deutlich zu zeigen, wurde in dieser Reihe der Leim weggelassen und nur 300 Fleisch mit 200 Speck gegeben; es musste dann wieder mehr Fleisch und zwar mehr als bei 500 Fleisch und 200 Fett zersetzt werden.

Datum 1872	Nahrung			Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Wasser			
3. Februar	300	200	1100	1810	23.3	53.2
4. "	300	200	1100	1830	16.9	0
5. "	300	200	1100	1820	16.6	0

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Speck	Summa	Harn	Koth	Summa		
3.—5. Febr.	30.0	1.3	31.3	56.5	2.2	59.0	— 738	1698
Mittel . .	10.2	0.4	10.6	18.9	0.7	19.6	— 266	566

Die Voraussetzung ist in der That eingetroffen, es sind im Tag 266 Fleisch abgegeben worden, während der Zusatz von 200 Leim zum nämlichen Fressen die geringere Abgabe von 27 Fleisch vom Körper zur Folge hatte.

12. Reihe bei 200 Fleisch, 200 Speck, 200 Leim und 5 Fleisch-extrakt. (6.—8. Februar 1872.)

Ich beschloss nun, mit der Fleischmenge der Nahrung unter Leimzusatz noch mehr herunterzugehen und zwar bis auf 200 Grmm.

Datum 1872	Nahrung				Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Leim	Wasser			
6. Februar	200	200	200	1450	1725	34.3	0
7. "	200	200	200	1600	1990	42.3	0
8. "	200	200	200	1600	2220	44.2	98.0

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen					N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Speck	Leim	Extrakt	Summa	Harn	Koth	Summa		
6.—8. Febr.	20.4	1.3	87.8	1.5	111.0	120.8	2.9	123.7	— 374	974
Mittel . .	6.8	0.4	29.3	0.5	37.0	40.2	1.0	41.2	— 124	324

Wie voranzusehen war, fällt hier mehr Fleisch dem Zerfall anheim als bei 300 Fleisch, 200 Speck und 200 Leim, denn es werden 124 Fleisch täglich vom Körper abgegeben gegen 27 Grmm. Fleisch der 10. Reihe.

Auch hier wurde den ersten Tag Leim im Körper unzersetzt zurückbehalten, welcher dann am ersten Tage nach Weglassung des Leimes in der nächsten 13. Reihe zersetzt wurde und die Stickstoffausscheidung vermehrte.

13. Reihe bei 200 Fleisch und 200 Speck. (9.—12. Febr. 1872.)

Es wurde jetzt der Leim wieder weggelassen und nur 200 Fleisch und 200 Speck gereicht, um die Mehrzeretzung von Fleisch abermals zu constatiren.

Datum 1872	Nahrung			Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Wasser			
9. Febr.	200	200	1100	2290	25.0	13.6
10. "	200	200	1100	1665	14.2	0
11. "	200	200	1100	1795	14.5	0

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Speck	Summa	Harn	Koth	Summa		
9.—11. Febr.	20.4	1.3	21.7	53.7	2.1	55.8	— 1002	1602
Mittel . . .	6.8	0.4	7.2	17.9	0.7	18.6	— 334	534

Es werden also wirklich bei 200 Fleisch mit 200 Speck 334 Fleisch vom Körper täglich abgegeben, bei Zusatz von 200 Leim zur nämlichen Kost (in der 12. Reihe) nur 124 Grmm.

14. Reihe bei 500 Fleisch und 200 Speck. (12.—15. Febr. 1872.)

Es sollte nun gesehen werden, ob der Körper des Thieres sich nach den verschiedenen Fütterungsversuchen noch ebenso verhält, wie Anfangs in der 9. Reihe vom 26.—29. Januar, wo der Körper bei Verzehung von 500 Fleisch und 200 Speck täglich 123 Fleisch einbüßte, um zu entscheiden, ob durch eine Aenderung im Körperzustande der Vergleich der einzelnen Reihen nicht unmöglich geworden ist. Es wurden daher jetzt abermals 500 Fleisch und 200 Speck gegeben.

Datum 1872	Nahrung			Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Wasser			
12. Febr.	500	200	1100	1800	23.7	0
13. "	500	200	1100	1590	21.1	63.1
14. "	500	200	1100	1630	20.0	0

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Speck	Summa	Harn	Koth	Summa		
12.—14. Febr.	51.0	1.3	52.3	64.7	2.0	66.7	— 424	1924
Mittel . . .	17.0	0.4	17.4	21.6	1.6	22.2	— 141	641

In der früheren 9. Reihe fand sich, wie gesagt, eine tägliche Abgabe von 123 Fleisch vom Körper, hier von 141 Grmm. Da dem-

nach in beiden Reihen die gleiche Menge Eiweiss zersetzt wurde, so ist ein Vergleich der Resultate der dazwischen liegenden Reihen statthaft.

15. Reihe bei 650 Fleisch und 200 Speck. (15.—17. Febr. 1872.)

Ich hatte dabei die Absicht, zu sehen, mit welcher Fleischmenge sich bei Zusatz von 200 Speck der Hund im Stickstoffgleichgewicht erhält, um dann dies mit der Leimreihe, bei welcher das nämliche stattfand, zu vergleichen. Da das Thier bei Zufuhr von 500 Fleisch und 200 Speck noch 123—141 Fleisch seines Körpers einbüßte, so wurden hier 650 Fleisch mit 200 Speck gereicht.

Datum 1872	Nahrung			Harn- menge	Stickstoff im Harn	Koth trocken
	Fleisch	Speck	Wasser			
15. Febr.	650	200	1100	1560	21.6	0
16. "	650	200	1100	1320	15.2	0
17. "	650	200	1100	2115	27.2	45.8

Daraus berechnet sich Folgendes:

Datum 1872	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Fleisch	Speck	Summa	Harn	Koth	Summa		
15.—17. Febr.	66.3	1.3	67.6	64.0	2.4	66.4	+ 36	1914
Mittel . . .	22.1	0.4	22.5	21.3	0.8	22.1	+ 12	638

Das Thier hält sich also mit 650 Fleisch und 200 Speck im Stickstoffgleichgewichte, dasselbe was mit 300 Fleisch, 200 Speck und 200 Leim (in der 3. und 10. Reihe) erreicht worden war. 200 Leim ersetzen bis zu einer gewissen Grenze 350 Fleisch; oder 168 trockner Leim ersetzen 84 trocknes Fleisch.

16. Reihe bei 200 Speck und 300 Leim. (28. Februar bis 1. März 1872.)

Es sollte endlich noch ein letzter entscheidender Versuch gemacht werden, ob es durch eine möglichst grosse Gabe von Leim mit Speck nicht gelingt, die Fleischabgabe vom Körper ganz zu verhüten. Der Hund wurde deshalb vom 17.—26. Februar im

Freien mit reichlichem gemischten Fressen ernährt und dann zwei Tage (den 26. und 27. Februar) ohne Nahrung gelassen, um den Ueberschuss von cirkulirendem Eiweiss wegzubringen. Darauf erhielt er während drei Tagen, den 28. und 29. Februar und 1. März 200 Speck und 300 Leim, wornach wieder ein zweitägiger Hunger folgte.

Am ersten Tage der Leimfütterung wurden 4 Grmm. Stickstoff im Harn weniger entleert als am zweiten; am ersten Tage nach der Leimfütterung wurden dagegen 7.3 Grmm. Stickstoff mehr ausgeschieden, was von der bei diesem Hunde schon mehrmals beobachteten Aufspeicherung von Leim herrührt. Wir rechnen daher, da es sich hier um möglichst genaue Werthe handelt, die am ersten Hungertage (2. März) über das Mittel entfernte Stickstoffmenge als zu der Leimreihe gehörig hinzu.

Datum 1872	Nahrung			Harnmenge.	Stickstoff im Harn
	Speck	Leim	Wasser		
26. Februar	0	0	1100	—	—
27. "	0	0	1100	1330	10.6
28. "	200	300	1600	1390	36.6
29. "	200	300	1600	1525	40.4
1. März	200	300	1600	1780	50.7
2. "	0	0	1100	1580	17.8
3. "	0	0	1100	1210	10.6

Daraus ergibt sich:

Datum 1872	N aufgenommen			N abgegeben			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
	Speck	Leim	Summa	Harn	Koth	Summa		
28. Febr. bis 1. März	1.3	130.9	132.2	134.9	3.3	138.2	— 177	177
Mittel . . .	0.4	43.6	44.0	45.0	1.1	46.1	— 59	59

Es wird hier nur mehr sehr wenig Eiweiss (entsprechend 59 Fleisch) im Tag vom Körper abgegeben, aufgehoben ist aber auch in diesem äussersten Falle der Eiweissverlust noch nicht.

Ich stelle zur besseren Uebersicht die mittleren täglichen Resultate der letzten 16 Versuchsreihen an dem grossen Hunde nochmals zusammen:

Nr.	Datum	Nahrung			Fleisch am Körper	Fleisch- verbrauch
		Fleisch	Speck	Leim		
1	12.—18. October 1871 . . . .	500	200	0	— 136	636
2	22.—25. " " . . . . .	300	200	100	— 84	384
3	25.—30. " " . . . . .	300	200	200	+ 32	268
4	30. October bis 1. November 1871	300	200	250	— 47	247
5	1.—5. November 1871 . . . .	0	200	0	— 246	246
6	13.—16. " " . . . . .	0	0	0	— 338	338
7	16.—19. " " . . . . .	0	200	200	— 105	105
8	21.—26. Januar 1872 . . . . .	0	0	0	— 423	423
9	26.—30. " " . . . . .	500	200	0	— 123	623
10	30. Januar bis 3. Februar 1872	300	200	200	— 27	327
11	3.—6. Februar 1872 . . . . .	300	200	0	— 266	566
12	6.—9. " " . . . . .	200	200	200	— 124	324
13	9.—12. " " . . . . .	200	200	0	— 334	534
14	12.—15. " " . . . . .	500	200	0	— 141	641
15	15.—18. " " . . . . .	650	200	0	+ 12	638
16	28. Februar bis 1. März 1872 . .	0	200	300	— 59	59

Die Ergebnisse der Versuche an dem grossen Hunde (c) sind dieselben wie die an dem ersten etwas kleineren (a). Aus allen Versuchen geht hervor, dass der Leim stets Eiweiss erspart und zwar in viel höherem Grade als Fett oder Kohlehydrate; beim grossen Hunde ersetzen 168 trockner Leim 84 trocknes Fleisch oder Eiweiss. Eine Vermehrung der Leimmenge des Futters hat auch eine grössere Ersparung von Eiweiss zur Folge; dies geht aber nur bis zu einer bestimmten Grenze, denn auch bei der grössten Leimzufuhr unter Zusatz von viel Fett wird immer noch etwas Eiweiss vom Körper oder von der Nahrung zersetzt. Bei Zusatz von Fett ist die ersparende Wirkung des Leimes eine bedeutendere. Es findet keine dauernde Ablagerung von Leim in den Organen statt, sondern der Leim wird rasch völlig zersetzt. Bei den beiden ersten Hunden war im Laufe von 24 Stunden der Stickstoff alles zugeführten Leimes im Harn und Koth aufzufinden, und nur bei dem dritten grösseren Hunde ergaben sich Andeutungen, dass ein kleiner Theil des Leimes

in 24 Stunden nicht zerfällt, was aber den Tag darauf nachgeholt wird. Es ist möglich, dass dies mit der gleichzeitigen Darreichung von viel Fett zusammenhängt, welches vielleicht die rasche Zersetzung so grosser Leimmengen verhindert. Es ist demnach nicht möglich, dass der Leim deshalb Eiweiss erspart, weil er den Umsatz von leimgebendem Gewebe deckt, was sonst durch das Eiweiss geschieht, denn dann müssten wir annehmen, dass der Leim nicht völlig zersetzt wird, womit aber die Eiweissersparung wegfiel; es würde bei dieser Vorstellung der Leim wohl den Verlust am leimgebenden Gewebe ersetzen, aber dennoch gerade so viel Eiweiss wie sonst verbraucht werden, was gar keine Vortheile brüchte; das leimgebende Gewebe kann nicht aus Leim, sondern, wie seine Entwicklung schon zeigt, nur aus eiweissartiger Substanz entstehen.

Es fragt sich, wie man sich die gewonnenen Thatsachen erklären soll, um die Bedeutung des Leimes für die Ernährung zu erkennen, namentlich die Thatsache, dass der Leim wohl viel Eiweiss erspart, aber doch nicht die Rolle alles Eiweisses zu übernehmen vermag.

Bischoff und ich haben früher, als wir die Eiweiss ersparende Wirkung des Leimes fanden, welche grösser ist als die entsprechende der Fette oder Kohlehydrate, gesagt, dass der Leim nicht nur wie letztere ein Respirationsmittel sei, was Mulder, Boussingault und Frerichs angenommen hatten, sondern dass er das Eiweiss geradezu zu ersetzen im Stande sei. Wir glaubten durch Leim allein die Abgabe von Fleisch vom Körper ganz verhüten zu können, wenn es gelänge, dem Thier eine genügende Portion Leim beizubringen; wir hielten dies aber für schwierig, weil 4 Theile Leim nur 1 Theil Eiweiss ersetzen. Da uns unser Resultat ausserordentlich auffallend erschien, so hegten wir sogar die Vermuthung, ob nicht in dem benützten Leim noch etwas Eiweiss gewesen sein möchte. Ich habe diese Vermuthung durch eigens darauf hin angestellte Versuche nicht bestätigt gefunden.

Nachdem sich durch meine weiteren Versuche herausgestellt hatte, dass nicht alles Eiweiss durch Leim zu ersetzen ist, so lag der Gedanke nahe, dies in Verbindung mit der Thatsache zu bringen, dass sich nicht alles Eiweiss im Thierkörper der Zersetzung gegenüber gleich verhält.

Ich muss zu dem Zwecke auf das zurückkommen, was ich als Organeiwiss und cirkulirendes Eiweiss bezeichnet habe; es sind hierüber so viele Missverständnisse aufgetreten, dass ich es für nöthig halte, nochmals so deutlich als möglich mich zu äussern.

Wenn man ein Thier, dessen gesammten Eiweissgehalt man annähernd schätzen kann, mehrere Tage hungern lässt, so findet man, dass nur ein geringer Bruchtheil des gesammten Eiweisses in 24 Stunden zersetzt wird, z. B. bei einem Hunde mit 5000 Grmm. trockenem Eiweiss am Körper 40 Grm. = 0.8%. Gibt man dagegen dem nämlichen Thiere bei dem gleichen ursprünglichen Eiweissgehalte des Körpers reichlich Eiweiss in der Nahrung, vermehrt man also damit seinen Eiweisstand, so wird jetzt ein viel grösserer Theil der in ihm befindlichen gesammten Eiweissquantität zersetzt. Ein Hund mit 5000 Grmm. trockenem Eiweiss am Körper wird bei Vermehrung desselben auf 5500 Grmm. durch 500 Grmm. Eiweiss der Nahrung 500 Grmm. Eiweiss = 9% der Eiweissmenge des Körpers zerstört. Wenn ein Hund am achten Hungertage bei einer Eiweissmenge am Körper von 4446 Grmm. 18mal weniger Eiweiss zerstört als am ersten Hungertage, so ist am ersten Hungertage nicht 18mal mehr Eiweiss im Körper vorhanden gewesen, also nicht  $18 \times 4446 = 80028$  Grmm., sondern viel weniger, nämlich nur 5000 Grmm.

Das Eiweiss im Thierkörper verhält sich also, wie diese Beispiele unwiderleglich darthun, der Zersetzung gegenüber sehr ungleich. Obwohl nach mehrtägigem Hunger noch ausserordentlich viel Eiweiss am Körper sich befindet, wird doch nur wenig davon zersetzt, und eine kleine Vermehrung des Gesamteiwisses durch Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung z. B. um 10% macht eine ausserordentliche Steigerung der Zersetzung bis zu 1250%.

Was ist nun an einem länger hungernden Körper so ganz anders gegenüber dem gut mit Eiweiss ernährten Körper, wenn er selbst bei ganz gleicher Menge von Gesamteiwiss so ungemein viel weniger Eiweiss zersetzt als letzterer. Es kann nichts anderes sein, als dass bei gutem Ernährungsstande ein Theil des Eiweisses leichter zerfällt oder besser gesagt, dass dabei ein grösserer Theil des Eiweisses unter die Bedingungen des Zerfalles geräth.



Es ist nicht ein für den Körper unbrauchbarer Ueberschuss von Eiweiss der Nahrung, der hier zersetzt wird, denn es ist, wie ich früher zur Genüge dargethan habe, eine so reichliche Zufuhr nothwendig, um den guten Eiweissstand zu erhalten. Es ist auch durchaus nicht das eben in der Nahrung zugeführte Eiweiss, welches sich anders verhält als das schon länger im Körper befindliche, denn auch beim Hunger wird, bis zum sechsten Tage etwa, viel Eiweiss verbraucht; dann erst, nach Verlust einer gewissen Menge von Eiweiss, deren Grösse sich nach dem durch die vorausgehende Nahrung erlangten Ernährungszustande des Körpers richtet, bleibt der Umsatz auf einer niederen Stufe stehen. Nach reichlicher Eiweisszufuhr durch die Nahrung ist der Körper reicher an Eiweiss als nach längerem Hunger, und es wird ein höherer Stand daran hervorgebracht, der zu seiner Erhaltung der fortwährenden reichlichen Zufuhr bedarf, weil in diesem Zustande viel mehr Eiweiss unter die Bedingungen des Zerfalles kommt.

Bis hierher ist noch keine Hypothese ausgesprochen, sondern es sind nur Thatsachen oder Umschreibungen derselben mitgetheilt worden. Man kann aber einen Schritt weiter gehen und fragen, warum denn das Eiweiss im Körper in so verschiedenem Maasse der Zersetzung unterliegt.

Man kommt vielleicht zu der richtigen Erklärung, wenn man verfolgt, was denn mit dem Eiweiss der Nahrung im Körper geschieht. Da lehren uns die Erfahrungen, dass das aus dem Darne aufgenommene Eiweiss nicht im Blute bleibt, da dasselbe in steter Wechselbeziehung mit allen übrigen Organen sich befindet. Es ist bei dem raschen Ausgleiche mit den anderen Organen, welcher keine dauernde einseitige bessere Ernährung des Blutes mit Eiweiss erlaubt, nicht die Zeit vorhanden, um alles eben aus der Nahrung eingetretene Eiweiss zu zerlegen, wenn auch im Blute sich die Bedingungen dafür vorfinden. Es tritt vielmehr stets ein Strom von eiweisshaltiger Flüssigkeit aus dem Blute durch alle Gewebe zum Blute zurück, welcher bei reichlicherem Eintritt von Nahrungseiweiss in's Blut intensiver ist.

Wenn man nun nach Aufnahme von Eiweiss in der Nahrung so ansehnlich mehr zerfallen sieht, als von der nach längerem Hunger

im Körper befindlichen grossen Eiweissquantität, so wird man zu der Vorstellung genöthigt, dass die Bedingungen für die Zersetzung des Eiweisses bei diesem Durchgange eiweisshaltiger Flüssigkeit (des Plasma's, der Ernährungsflüssigkeit, der Lymphe) durch die Gewebe gegeben sind (auch bei der Wechselbeziehung des Blutplasma's und der Blutzellen). Wenn man mir eine andere Erklärung für die leichtere Zersetzung des Eiweisses bei gutem Ernährungsstande anzugeben weiss, so werde ich mich dem nicht verschliessen. Dies wird aber nichts an der Thatsache ändern, dass das Eiweiss im Körper sich ungleich verhält; es wird bei gleich viel Eiweiss im Körper nach mehrtägigem Hunger viel weniger zersetzt als bei einem durch reichliche Eiweissaufnahme erzeugten guten Körperzustande.

Nach mehrtägigem Hunger ist der Strom der eiweisshaltigen Flüssigkeit durch die Gewebe ein geringerer; es ist weniger Blut vorhanden, es fällt die Thätigkeit des Darmes und seiner Adnexa weg, es wird kein Magensaft, kein Bauchspeichel, kein Darmsaft abgesondert, die Menge der Galle nimmt ab. Nichtsdestoweniger ist noch sehr viel Eiweiss in den Geweben abgelagert und fester gebunden und nur ein kleiner Theil desselben dient täglich dazu, beweglich zu werden und den Eiweissverlust der Säfte zu ersetzen.

Bei der Nahrungszufuhr dagegen werden die Gewebe, in welchen das Eiweiss fester gebunden ist, von einem intensiveren Strome durchfluthet, dessen Eiweiss dadurch unter die Bedingungen der Zersetzung geräth und von dem deshalb ein viel grösserer Bruchtheil thatsächlich sich zersetzt als von dem an den Organen abgelagerten. Ich nannte deshalb das die Organe constituirende fester gebundene, nur in geringer Menge zerfallende Eiweiss das Organ-eiweiss (nicht das organisirte Eiweiss); das im Strome eiweisshaltiger Flüssigkeit vorhandene, in grosser Menge zerfallende Eiweiss das cirkulirende oder bewegliche, im Gegensatz zu dem in den Organen fester gebundenen. Ich hätte das letztere auch das Plasmaeiweiss heissen können; aber gerade um anzudeuten, dass das Eiweiss während der Durchströmung die Bedingungen für den Zerfall findet, gebrauchte ich den Namen cirkulirendes Eiweiss, denn das Blutplasmaeiweiss ist auch Plasmaeiweiss und doch wird davon nur in geringer Menge zersetzt, da es grösstentheils als Organeeiweiss des

Blutes fester gebunden ist. Das Organeiwiss als solches wird nicht zerstört, da es nicht den Bedingungen der Zersetzung unterliegt, sondern nur soweit als es beweglich oder zu cirkulirendem wird. Wenn plötzlich das Gleichgewicht zwischen dem Organeiwiss und dem cirkulirenden gestört wird, so dass verhältnissmässig mehr von ersterem vorhanden ist, z. B. durch einen Aderlass, so wird der Ueberschuss des Organeiwisses nicht mehr festgehalten, er wird zu cirkulirendem Eiweiss und zerfällt.

Die Verschiedenheit der beiden Eiweissarten liegt also nicht in der chemischen Zusammensetzung, obwohl das Eiweiss im Körper bekanntlich die mannigfachsten Modifikationen zeigt, sondern in ihrem Verhalten, indem die eine in viel höherem Grade unter die Bedingungen der Zersetzung geräth als die andere. Ich meine, es wäre geradezu auffallend und mit dem geregelten Fortgange der Thätigkeiten im Thierkörper unvereinbar, wenn das in den Geweben, z. B. den Muskelfasern, den Leberzellen, den Ganglienzellen etc. etc., abgelagerte und mit anderen Stoffen die Organe aufbauende Eiweiss sich ebenso verhielte und ebenso rasch zerfallen könnte als dasjenige Eiweiss, welches die Gewebe durchströmt und zum grössten Theile eben vom Darne aus in die Säfte oder in die Lymphe übergegangen ist. Ein 35 Kilo schwerer Hund, welcher in seinem ganzen Körper 5 Kilo Eiweiss enthält, würde in diesem Falle bei reichlicher Fleischnahrung mit 0.62 Kilo Eiweiss alle 8 Tage seine sämtlichen Organe einreissen und neu aufbauen müssen. Statt dessen bleibt das Organeiwiss, welches in grösster Menge im Körper befindlich ist, bei Zufuhr von Nahrung ziemlich intakt, d. h. es verwandelt sich nur in geringer Menge in bewegliches Eiweiss. Dagegen wird das in den Säften cirkulirende Eiweiss, in welches auch das Eiweiss der Nahrung zunächst geräth und welches höchstens 12% des ersteren ausmacht, grösstentheils zersetzt. Desshalb hängt der Eiweisszerfall so sehr von der Menge des aus der Nahrung aufgenommenen Eiweisses ab. Da die Masse der Organe in viel geringerem Grade den Eiweissumsatz bestimmt, so kann der letztere bei dem nämlichen Thiere gleich gross sein, ob dasselbe durch langen Hunger auf's Aeusserste herabgekommen ist und einen grossen Theil seines Organeiwisses verloren hat, oder

ob es durch vorausgehende reichliche Nahrungszufuhr in voller Funktionsfähigkeit sich befindet und seine Organe dadurch sehr an Masse gewonnen haben, nämlich dann wenn beide Male die Eiweisszufuhr durch die Nahrung gleich gross ist. Aus demselben Grunde kann die Zersetzung in einem grossen Körper mit massig entwickelten Organen geringer ausfallen als in einem kleinen Organismus, dem man reichlich Eiweiss in der Nahrung beigebracht hat. Das gleichzeitige Vorhandensein von Fetten oder Kohlehydraten macht eine geringere Eiweisszersetzung, indem dadurch ein Theil des cirkulirenden Eiweisses in Organeiwiss übergeht oder indem das cirkulirende Eiweiss bei Gegenwart derselben nicht in so grosser Menge den Bedingungen der Zersetzung unterliegt.

Der früheren Theorie von der Luxusconsumption lag auch nur die nämliche Thatsache oder Erfahrung zu Grunde, dass das Eiweiss im Körper sich in verschiedenem Grade an der Zersetzung theiligt; nur erklärte man sie anders als ich, indem man meinte, es verbrenne dabei nur ein Ueberschuss von Nahrungseiweiss, der für den Körper weiter zu nichts nütze sei, im Blute, während der andere allein nothwendige Antheil das zu Grunde gegangene Organisirte ersetze. Wem meine Erklärung oder die Wahl der Namen nicht zusagt, der möge von in grösserer oder in geringerer Menge sich zersetzendem Eiweiss sprechen, oder von a und b Eiweiss, er wird aber nicht umhin können, den Unterschied in der Zersetzung anzuerkennen. Derjenige, welcher mit Aufmerksamkeit meine Schriften gelesen hat, kann nicht im Unklaren über meine Ansichten in dieser Hinsicht bleiben; wenn z. B. Hoppe-Seyler in seinem Jahresberichte für 1871<sup>1)</sup> bekennt, dass ihm meine Vorstellungen über den Unterschied des Organeiwisses und cirkulirenden Eiweisses ganz unklar geblieben sind, so hätte ich sehr gewünscht, dass er bei dieser Gelegenheit gesagt hätte, was ihm unfasslich ist, die Thatsache, welche ich erklären will, oder meine Erklärung, und ferner was ihm an letzterer unbegründet erscheint und ob er eine andere mit den Thatsachen harmonirende an ihre Stelle zu setzen weiss.

1) Hoppe-Seyler, Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der Anatomie und Physiologie von Gurlt und Hirsch, 1871; physiologische Chemie.

In jüngster Zeit hat A. Fick <sup>1)</sup> eine andere Erklärung unserer Thatsache zu geben versucht. Er geht davon aus, dass nach Brücke, Bauer und mir und Anderen nicht alles Eiweiss im Darne vorerst in Pepton umgewandelt sein muss, ehe es in die Säfte eindringt, wie man bis jetzt ziemlich allgemein annahm, sondern dass auch nicht peptonisirtes Eiweiss aufgenommen wird. Wenn nun das unverändert aufgenommene Eiweiss den Verlust der Organe an Eiweiss deckt, so wäre man nach Fick nicht mehr zu der Ansicht gezwungen, dass die Peptone in den Säften wieder in gewöhnliches in der Siedehitze gerinnbares Eiweiss zurück verwandelt werden und man könnte annehmen, dass sie sofort weiter zerstört werden, welchen Gedanken, nebenbei gesagt, Brücke und Bauer und ich schon ausgesprochen haben. Nun macht Fick eine Uebersetzung, aus der hervorgeht, dass nach Aufnahme von Eiweiss in der Nahrung nicht proportional der Eiweissmenge im Körper zersetzt wird, sondern ganz unverhältnissmässig mehr, nur vergisst er auch hier hinzuzufügen, dass ganz die nämliche Betrachtung mich veranlasste, anzunehmen, dass ein Theil des Eiweisses in geringerer Menge unter die Bedingungen der Zersetzung geräth, ein anderer Theil dagegen in grösserer. Fick erklärt sich die Thatsache nur anders als ich, aber er geht von der nämlichen Thatsache aus, welche ich gefunden und auch zum Ausgangspunkte meiner Betrachtungen gemacht habe. Er meint, wenn das Eiweiss der Nahrung als solches in die Säfte überginge, so müsste doch, wollte man nicht die abenteuerlichsten Hypothesen machen (zu denen er also auch meine Erklärung der Thatsache zählt), die Grösse der Eiweisszersetzung proportional der Menge des Eiweisses in den Säften oder Geweben sein, denn ein stetig brennendes Feuer könne unmöglich durch Zulage einer geringen Menge gleichartigen Brennmaterials in seiner Intensität enorm gesteigert werden, wie es im Körper bei Eiweisszufuhr durch die Nahrung thatsächlich der Fall sei. Wenn aber die aus dem Nahrungseiweiss entstandenen Peptone nicht mehr in eigentliches Eiweiss sich zurückverwandeln und leichter der Zersetzung anheimfallen als das letztere, so verliert nach Fick die plötzliche Steigerung

1) A. Fick, Archiv f. d. gesammte Physiologie 1871. Bd. 3. S. 40.

der Ausfuhr stickstoffhaltiger Zersetzungsprodukte nach einer eiweissreichen Mahlzeit ihr paradoxes; es wird dadurch nicht der Eiweissvorrath des Körpers etwas vermehrt, sondern es kommt eine ganz neue, leicht zersetzliche Verbindung in denselben und es ist als ob wir zu viel Kohle plötzlich etwas Schiesspulver legen, wodurch dann die Gluth mächtig angefacht wird.

Auf die Versuche, welche Fick machte, um die leichtere Zersetzbarkeit der Peptone darzuthun, will ich hier nicht eingehen; ebensowenig auf seine Annahme, dass stickstofffreie Spaltungsprodukte der Peptone das vorzüglichste Brennmaterial für die Muskeln und andere Organe abgeben, da es ganz gewiss sei, dass im Muskel fast ausschliesslich stickstoffreies Material verbrenne, was er auch durch Versuche von Pettenkofer und mir als bewiesen ansieht, von denen ich jedoch nichts weiss. Ich halte mich nur an die Erklärung, welche Fick von der hier besprochenen Thatsache gibt und welche theils auf nicht bewiesenen Voraussetzungen ruht, theils den Thatsachen widerspricht.

Fick muss annehmen, dass das Eiweiss, da es als solches nach ihm nur schwer zersetzlich ist, im Darne zum grössten Theile in Peptone umgewandelt wird und er hält dies auch für zweifellos <sup>1)</sup>. Aber wer sagt ihm dies und wenn ich umgekehrt behaupten würde, dass nur ein sehr kleiner Theil des Nahrungseiweisses in Pepton übergeführt wird, so vermag er dies nicht zu widerlegen. In der That, es lässt sich durch Versuche darthun, dass, wenn das Pepton nicht mehr in gewöhnliches Eiweiss übergeht, eine nicht geringe Quantität von Eiweiss unverändert in die Säfte gelangen muss. Auch Fick lässt eine kleine Menge nicht peptonisirten Eiweisses übertreten, welche den durch die Zersetzung erlittenen Verlust der lebenden Gewebe deckt. Die Menge des letzteren ist nun nicht so klein als sie sich Fick denkt und dann findet ja unter bestimmten Umständen ein ganz beträchtlicher Eiweissansatz statt, dem entsprechend Eiweiss unverändert resorbirt worden sein muss.

Sehen wir nun zu, was die Versuche aussagen, wenn man deren Resultate nach Fick's Annahme interpretiren will.

1) Verhandlungen der physik.-mediz. Ges. zu Wtzburg. N. F. Bd. II. S. 62.

Gibt man reichliche Mengen von Eiweiss, so wird an den ersten Tagen viel Eiweiss im Körper abgelagert, später hinaus keines mehr. Es müsste also dann anfangs viel mehr unverändertes Eiweiss im Darne übertreten als kurze Zeit darauf; kein Mensch sieht ein, wodurch das bedingt sein könnte.

Hat man ein Thier mit reinem Fleisch in's Stickstoffgleichgewicht gebracht, d. h. wird ebensoviel Eiweiss im Körper umgesetzt als in der Nahrung dargereicht worden war, so würde nach Fick ein grosser Theil des Eiweisses in Pepton umgewandelt worden sein. Gibt man nun zu derselben Menge Fleisch oder sogar zu weniger noch Fette oder Kohlehydrate hinzu, so wird viel Eiweiss angesetzt und zwar bei nicht zu viel Fleisch in der Nahrung dauernd; es müsste also plötzlich unter dem Einflusse der Fette oder Kohlehydrate mehr unverändertes Eiweiss resorbiert werden. Niemand wüsste hiefür einen vernünftigen Grund anzugeben.

Wenn man ein Thier sehr reichlich mit Eiweiss gefüttert hat, und man lässt es dann hungern, so zersetzt es in den ersten Tagen gewaltige Mengen von Eiweiss, in den folgenden immer weniger, bis es endlich an einer niederen nahezu gleich bleibenden Grenze angelangt ist. Das in diesem Falle im Ganzen verbrauchte Eiweiss kann bei einem 30 Kilo schweren Hunde einer Fleischmenge von 1355 Grmm. entsprechen, die also über die an den späteren Hungertagen zersetzte Quantität zerfällt. Hier wird unstreitig sehr viel unverändertes Eiweiss im Körper zersetzt, denn von einer Ansammlung von 1355 Grmm. Pepton, von der vorausgehenden Eiweisskost herrührend, kann doch keine Rede sein. Da man ferner durch Darreichung von viel Fett oder Kohlehydraten diese Eiweissabgabe sehr vermindern kann, so müsste man annehmen, dass die aufgespeicherten Peptone zu Eiweiss werden und sich so ablagern. Man findet nicht den mindesten Unterschied in der Eiweisszersetzung beim Hunger, der auf eine reichliche Fütterung mit Eiweiss folgt, und bei Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung. Wenn am ersten Hungertage nach vorausgegangener Aufnahme von viel Fleisch ohne dass Peptone im Körper vorhanden sind, ebensoviel Eiweiss zerstört wird als bei Fütterung mit 700 Fleisch, so wird man für letztere und dann wohl auch für noch mehr die Peptone nicht zu Hälfte zu nehmen

brauchen, d. h. man wird die Thatsache, dass nach der Nahrungsaufnahme unverhältnissmässig mehr Eiweiss verbraucht wird, nicht so deuten dürfen, dass das in den Darm eingeführte Eiweiss zum grössten Theile in einen anderen leicht zersetzbaren Stoff übergeht. Niemand ist im Stande, die Grenze zu bezeichnen, wo die Zersetzung des unveränderten Eiweisses aufhört und die der Peptone anfängt. Ich leugne nicht, dass die Peptone im Körper leichter zu Grunde gehen als unverändertes Eiweiss, ich habe dies vielmehr zuerst ausgesprochen; wenn sie aber verbraucht sind, so ist damit der Process nicht immer beendet, sondern sobald noch Eiweiss den Bedingungen der Umsetzung verfällt, wird es auch noch angegriffen und kann zum Mindesten in so grosser Menge zerstört werden als das Pepton allenfalls beträgt. Die Kohlehydrate verbrennen ebenfalls leichter als das Fett; wenn die ersteren aufgezehrt sind, so können noch die Fette an die Reihe kommen, bis den Bedingungen der Verbrennung Genüge geleistet ist, — und so ist es auch mit den in unbestimmter Menge resorbierten Peptonen und dem Eiweiss. Ich kann durch Versuche darthun, dass ganz andere Umstände als die Quantität der Peptone die Grösse der Umsetzung der stickstoffhaltigen Stoffe bestimmen.

Es ist nämlich ganz unmöglich, die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung im Körper, die des Ansatzes und der Abgabe dieses Stoffes mit Fick's Vorstellung, auch nicht unter den abenteuerlichsten Hypothesen, zu vereinen; alle diese Erscheinungen wären dann von der jeweiligen von Tag zu Tag wechselnden Fähigkeit des Darmes abhängig, Peptone zu erzeugen, und nicht vom Eiweissgehalte der Nahrung und der Beschaffenheit des übrigen Körpers. Fick meint, es steige nur nach Aufnahme von Eiweiss in den Darm die Zersetzung desselben so an, und er weiss nichts davon, dass auch beim Hunger gewaltig viel zu Grunde gehen kann; derselbe Fehler wurde bei der Aufstellung der Lehre von der Luxusconsumption gemacht, die ebenfalls vorzüglich durch das Verhalten des wohl genährten hungernden Organismus zu widerlegen war. Sobald die resorbierten Peptone sich in den Säften nicht mehr in gewöhnliches Eiweiss zurückverwandeln, ist man nach meinen Versuchen genöthigt anzunehmen, dass ein ganz ansehnlicher Theil des Nahrungseiweisses unverändert aus dem Darne aufgenommen wird;

der in der Form von Pepton übergetretene Antheil zersetzt sich allerdings rasch und vollständig, da man Peptone in den Säften nicht oder nur in Spuren findet. Ich kenne noch einen Stoff, der sich ebenso verhält wie das Pepton, das ist der Leim; derselbe verhält sich aber ganz anders als das Eiweiss, denn von ihm wird auch bei den grössten Leimgaben nichts im Körper abgelagert, selbst wenn darnach 100 Gmm. Harnstoff entleert werden.

Fick sieht wenigstens klar ein, dass im Thierkörper das Eiweiss sich nicht gleich verhält. Er meint, das Eiweiss des Körpers sei sehr beständig und die Funktionen der lebenden Gewebe erforderten nur einen sehr geringen Betrag von eigentlichem Eiweiss; das, was sich so leicht zersetzt, sei nicht mehr Eiweiss, sondern ein Abkömmling desselben, das Pepton. Ich sage, das Eiweiss muss bestimmten Bedingungen unterliegen, wenn es zerfallen soll, ebenso wie jeder andere sich zersetzende oder verbrennende Stoff, der Sauerstoff allein genügt z. B. nicht dazu, und nicht alles Eiweiss des Körpers gelangt unter diese Bedingungen; nach meinen Versuchen zersetzt sich, wie auch Fick annimmt, das an den Organen abgelagerte Eiweiss (das Organeiwiss) nur schwer, d. h. es ist den Bedingungen der Zersetzung nur in geringer Menge unterworfen, das Zerfallende ist aber nach mir nicht beinahe ausschliesslich ein anderer Stoff (das Pepton), sondern es verhält sich ein Theil des Eiweisses im Körper anders, indem es vorzüglich unter die Bedingungen des Zerfalles geräth (das circulirende Eiweiss). Ich möchte auch ein Beispiel wie Fick gebrauchen: es wird das Feuer nicht nur angefacht, wenn man zu einem schwer verbrennlichen Stoffe einen anderen leicht verbrennlichen hinzugibt, z. B. Schiesspulver zu Kohle, wie Fick meint, sondern man kann das Nämliche bei chemisch ganz gleich bleibender Substanz zeigen, wenn man einem brennenden Scheite Holz feine Spähne von demselben Holze beilegt.

Man kann sich wohl denken, dass bei meiner vieljährigen Beschäftigung in diesem Theile der Physiologie, bei meinen tausendfältigen Versuchen, denen allen bestimmte Fragen zu Grunde lagen, mancherlei Erklärungen gemacht wurden, die sich dann nachher bei ihrer Prüfung durch den Versuch nicht bestätigten. Es war

nicht nur ein beliebiger, rasch entstandener Einfall, oder eine auffällige, aus dem Zusammenhang gerissene Thatsache, was mich zu einer schliesslich ausgesprochenen Erklärung bestimmte, sondern es musste die ganze Menge der von mir aufgefundenen Thatsachen damit in Einklang gebracht werden können. Fick hat eine vorzüglich von mir constatirte Thatsache, die ihm gerade auffiel, herausgenommen und eine mögliche Erklärung dafür gesucht, die aber anderen Thatsachen widerspricht, weshalb sie nicht richtig sein kann; ihm hat seine Idee genügt, weil er nicht an die vielen anderen Fälle dachte, die ich bei meinen Versuchen in Erfahrung gebracht.

Nur die unglückliche Vorstellung, dass die Aufnahme der gelösten Substanzen aus dem Darne durch reine Osmose geschehe, und die Erfahrung, dass das Eiweiss nur in sehr geringer Menge durch tote Membranen gegen Wasser oder andere Lösungen sich austauscht, aber leicht die Peptone, brachte uns die Lehre: alles Eiweiss müsste im Darne in Peptone übergeführt werden, ehe es in die Säfte gelangt und gehe dann in diesen wieder in gewöhnliches Eiweiss über. Die Aufnahme im lebenden Darne geschieht aber nicht durch reine Osmose; denn bei dieser findet so lange ein gegenseitiger Austausch statt bis die Lösungen auf beiden Seiten gleiche Zusammensetzung haben. Dies ist nun aber im Darne nicht der Fall, aus welchem z. B. bei Aufnahme von Fleisch oder von Wasser alles Aufgenommene verschwindet und schliesslich nicht eine Eiweiss- oder Salzlösung als Koth entleert wird. Bei einer Osmose von Eiweiss oder auch von Pepton geht, des hohen osmotischen Aequivalentes dieser Substanzen halber, sehr viel Wasser zu der Eiweisseite; dem entsprechend müssten bei dem osmotischen Aequivalent des Peptons von 9.5 und einer Aufnahme von 400 Gmm. Peptone durch den Hund in 18 Stunden 3800 Grmm. Wasser aus dem Blute in den Darm eintreten. Es dürfte bei einer Aufnahme durch Osmose in den Darm eingeführtes Blutserum, da es die gleiche Concentration wie die Säfte hat, gar nicht in letztere übertreten, was durchaus nicht der Fall ist. Die Erklärung der abführenden Wirkung der Mittelsalze durch eine Osmose, d. h. einen Uebertritt von Wasser aus dem Blute in den Darm ist be-

kanntlich ebenfalls unrichtig; wenn auch dabei Wasser gegen Kochsalz sich austauscht, so macht dies doch nicht die Diarrhöe, denn dann müsste Eiweiss mit seinem hohen osmotischen Aequivalent die stärkste Diarrhöe machen; es handelt sich hier nur um eine Veränderung des Darmes durch die Mittelsalze, in Folge deren keine Aufnahme von Substanzen mehr stattfindet, oder um starke peristaltische Bewegungen, welche den Inhalt zu rasch nach Aussen befördern. Die Aufnahme im Darne geschieht nicht durch Osmose und damit entfällt auch der Nutzen, den die Magen-Darm-Pankreaspeptone, die Eiweiss- und Leimpeptone für die Resorption bringen sollen, lauter Produkte langer Einwirkung der Darmsäfte auf die eiweissartigen Substanzen, die vielleicht im Körper nur in sehr geringem Grade stattfindet.<sup>1)</sup> Niemand sieht ein, warum wir gerade nur im Darne eine Umwandlung in Peptone zum Uebergang in die Säfte nöthig haben sollen, während im ganzen übrigen Körper notorisch das unveränderte Eiweiss durch alle möglichen Membranen und Organe ungehindert hindurchwandert. —

Man hat gesagt, das von mir sogenannte cirkulirende Eiweiss sei gar nichts anderes als das Plasma von Bischoff und mir. Es kann dies möglicherweise das Gleiche sein und doch die Lehre von ersterem etwas Neues enthalten. Es handelt sich ja nicht um Worte, sondern um die Begriffe, welche man damit verbindet.

Bischoff und ich haben an vielen Stellen unserer Schrift ausgesprochen, dass der Harnstoff ein Produkt des Stoffwechsels der stickstoffhaltigen Körpertheile und nicht blosser Oxydationsvorgänge im Blute sei; wir hielten das Eiweiss der Nahrung nur für das Ersatzmaterial der zu Grunde gegangenen stickstoffhaltigen Organtheile. Wir erblickten in der gegenseitigen Einwirkung des Plasma's und des Sauerstoffs einerseits und der Zellen des Organs andererseits die Ursache für die Umsetzung der

<sup>1)</sup> Die Einspritzung von Peptonen bei dem Versuch der Ernährung durch den Mastdarm hat, wenn das Pepton nicht mehr in Eiweiss übergeht, lange nicht den Werth wie die Verwendung von Acidalbuminat, das ebenfalls vom Mastdarme aus aufgenommen wird. Das Pepton ist dann nicht mehr im Stande, die zu Grunde gegangenen Gewebe zu ersetzen, und es tritt deshalb auch bei Zufuhr aller anderen Nahrungstoffe in 30—40 Tagen der Tod ein.

Bestandtheile des Organes. Das durch die Aufnahme von Eiweiss aus dem Darne vermehrte Plasma steigert nach uns den Umsatz der stickstoffhaltigen Körpertheile durch den stärkeren Zug oder Druck, den es auf sie ausübt. Es war daher nach uns das Plasma wohl von Bedeutung für die Grösse der Umsetzung, aber es war nicht selbst das, was sich zersetzte, sondern es war nur eine Ursache der Zersetzung der eiweisshaltigen Organe.

Nur an einer einzigen Stelle,<sup>1)</sup> welche aus dem übrigen Zusammenhang gerissen einige Aehnlichkeit mit meinen jetzigen Vorstellungen haben könnte, sagen wir, dass das Eiweiss der Nahrung nicht stets vollständig organisirt werden müsse, sondern es wohl möglich und selbst wahrscheinlich sei, dass bei dem ununterbrochenen lebhaften Flüssigkeitsstrom, welcher vom Blute aus und in dasselbe zurück alle Organe durchzieht, auch das Eiweiss theilweise nur in flüssiger Form die Organe durchsetzt und die entsprechenden Veränderungen erfährt, ohne selbst feste Substanz geworden zu sein.

Sonst hatten wir Plasma und Organ scharf getrennt und nur letzteres dem Verbräuche unterworfen sein lassen, hier geben wir für einen Theil des ungeformten Eiweisses des Flüssigkeitsstromes die Möglichkeit der Zersetzung zu.

Dies ist aber doch noch weit entfernt von meiner Lehre vom Organeiwiss und cirkulirenden Eiweiss. Dieselbe sagt aus, dass von dem an dem Organe abgelagerten Eiweiss nur sehr wenig zerstört wird, von dem des Plasma's dagegen sehr viel, ja ich habe sogar zu bestimmen versucht, wieviel von dem einen und dem anderen den Bedingungen der Zersetzung unterliegt. Bischoff und ich kannten die Thatsache noch nicht, dass der Eiweissverbrauch im Körper nicht proportional ist der Eiweissmenge in demselben, die mich dazu brachte, ein verschiedenes Verhalten des Eiweisses anzunehmen. Ich hätte das cirkulirende Eiweiss wohl auch Plasmaeiweiss, wie ich oben schon gesagt habe, nennen können, aber ich habe es mit Absicht nicht gethan, da das Plasmaeiweiss an und

<sup>1)</sup> Bischoff und Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860. S. 27.

für sich nicht zerlegt wird (wie z. B. das Blutplasma, welches grösstentheils zum Organeiwiss zu rechnen ist), sondern nur in so ferne als es strömt und die Organe durchsetzt; darum wählte ich den Namen (im Plasmastrome) durch die Gewebe strömendes oder circulirendes Eiweiss im Gegensatze zu dem fester gebundenen, die Organe constituirenden Organeiwiss. Ich rekapitulire nochmals meine Anschauungen. Das Eiweiss der Nahrung wird meist grösstentheils im Plasmastrom zersetzt, theilweise dient es aber auch zum Ersatze des zu Grunde gegangenen Organeiwisses, oder zum Ansatz. Die Lehre von der Luxusconsumption lässt ebenfalls nur eine geringe Menge Eiweiss der Organe zerfallen, aber nur dies muss nach ihr ersetzt werden, alle weitere Zufuhr ist Luxus und verbrennt als Ueberschuss im Blute. Nach mir wird allerdings beim Hunger nur sehr wenig Organeiwiss verbraucht, jede Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung vermehrt jedoch den Plasmastrom nach den Organen und dadurch wird so viel Eiweiss in die Bedingungen des Zerfalls gezogen; die reichliche Zufuhr ist nicht Luxus, sondern eine Nothwendigkeit, wenn man den Körper auf einem gewissen Eiweissreichthum erhalten will.

Ich habe diese Bemerkungen vorausschieken müssen, um die Rolle des Leimes für die Ernährung darthun zu können.

Die Thatsache, dass der Leim nicht im Stande ist, den Eiweissumsatz im Körper ganz aufzuheben, so wenig wie die Fette oder Kohlehydrate, ist am einfachsten so zu erklären, dass er nicht das verbrauchte Organeiwiss zu ersetzen oder Organe und Gewebe aufzubauen vermag. Es können aus ihm keine neuen Blutkörperchen für die zu Grunde gegangenen sich bilden, keine neue Muskelsubstanz, nicht einmal leimgebendes Gewebe. Er verhält sich in dieser Hinsicht genau wie die Peptone, welche ebenfalls Abkömmlinge oder Zersetzungsprodukte eiweissartiger Substanz sind. Der Leim ist kein plastischer Nährstoff im Sinne der Liebig'schen Theorie.

Aber wenn man den Leim allein gibt, so verwandelt sich weniger Organeiwiss in circulirendes und es verliert der Organismus weniger Eiweiss; wenn man den Leim mit wenig Eiweiss reich, so deckt der Körper seinen Bedarf mit einer viel geringeren Eiweissmenge, es geht also weniger Nahrungseiwiss in Zersetzung

über; bei Leim mit viel Eiweiss ist es ebenso, es wird dadurch der Ansatz von Eiweiss ein grösserer. Gibt man keinen Leim, sondern Eiweiss, so braucht man zur Erhaltung des Eiweissstandes mehr Eiweiss, weil das Eiweiss der Nahrung grösstentheils zu circulirendem wird und sich zersetzt; der Leim geräth wie das circulirende Eiweiss unter die Bedingungen der Zersetzung und erspart Eiweiss, da er im Säftestrome leicht zersetzt und wie die Peptone eher in Angriff genommen wird als das Plasmaeiweiss. Es wird daher von letzterem weniger zerstört, so dass unter dem Einflusse des Leimes und durch seine Zersetzung weniger Organeiwiss beweglich und verbraucht wird, und der Körper mit viel weniger Eiweiss in der Nahrung für seinen Bedarf ausreicht und ungleich leichter eine Ablagerung von Eiweiss im Körper stattfindet. Es wirkt der Leim in dieser Beziehung anscheinlich mehr als die Fette oder Kohlehydrate.

Wenn ein Organismus durch ausgiebige Zufuhr von Eiweiss reich an diesem Stoff geworden ist und man gibt ihm jetzt weniger Eiweiss in der Nahrung, so wird stets das überschüssige circulirende Eiweiss vom Körper abgegeben und zwar auch theilweise bei Zusatz von Fett oder Kohlehydraten. Eine genügende Menge von Leim erhält aber diesen Ueberschuss von Eiweiss und macht es zu Organeiwiss. Der erste Hund ergab in dieser Hinsicht folgendes:

	Fleisch	Leim	Fleisch am Körper
2. Mai 1858	1200	100	+ 59
3. Mai 1858	800	200	+ 65
4. Mai 1858	400	300	+ 97

Der Abfall von 1200 auf 800 und von da auf 400 Fleisch bewirkte keine Abgabe von Fleisch vom Körper, da die Vermehrung der Leimmenge das, was sonst zu Verlust gegangen wäre, dem Körper erhält.

Da nach der Anschauung von Frerichs der Leim das Eiweiss nicht ersetzt, wohl aber die Bedeutung von überschüssig eingeführtem Eiweiss hat, das im Blute wie die stickstofffreien Respirationsmittel verbrennt, so ist er der Wahrheit ziemlich nahe gekommen, und er hätte sie wohl erreicht, wenn er die Rolle des Eiweisses erkannt hätte und nicht in der Lehre von der Luxus-

consumption befangen gewesen wäre. Weil das in grösserer Menge aus dem Darne aufgenommene Eiweiss nicht nur einfach durch Zersetzung im Blute wieder eliminiert wird, sondern noch zu etwas im Körper dient, nämlich um in ihm einen reichlicheren Vorrath von cirkulirendem Eiweiss zu erhalten, so kann es nicht nur wie die Fette oder Kohlehydrate sich verhalten, und ebensowenig der Leim, welcher noch viel mehr wirkt als die letzteren Stoffe.

Man wird auch erkennen, dass Donders mit seiner oben S. 311 citirten Anschauung über die Rolle des Leimes nahezu das Richtige getroffen hat.

Ob der Leim bei seiner Zersetzung ausser Wärme auch noch andere Wirkungen im Thierkörper hervorbringt, z. B. zu der mechanischen Arbeit beiträgt, vermag ich nicht anzugeben. Ich beobachtete zwar, dass die Thiere bei der Darreichung von Leim nicht so munter waren, während sie bei Fütterung mit der entsprechenden Menge von Muskelfleisch äusserst lebhaft waren, jedoch kann dies auch von etwas Anderem herrühren, z. B. von dem Widerwillen, den die Thiere gegen den Leim haben, welcher ihnen später immer mit Gewalt beigebracht werden musste.

Wenn der Leim nicht im Stande ist, Organeiwiss zu bilden, so gibt uns der geringste Eiweissumsatz bei Fütterung mit Leim und Fett oder Kohlehydraten die Maximalzahl für den Untergang organisirter Substanz im Körper. Bei dem ersten Hunde von 35 Kilo betrug der Umsatz bei 200 Leim und 200 Fett für den Tag nur 53 Fleisch = 12 trockenes Eiweiss, bei dem Hunde (c) von 42 Kilo bei 300 Leim und 200 Fett 59 Fleisch = 13 trockenes Eiweiss, während ohne den Leimzusatz stets mehr Eiweiss zersetzt wird. Unter der Einwirkung des Leimes geht also bei Eiweiss-hunger nur wenig Organeiwiss in cirkulirendes über. Ob bei reichlicher Eiweisszufuhr auch nur so wenig Organeiwiss angegriffen wird, ist vorläufig nicht zu entscheiden; es ist aber nicht wahrscheinlich, dass dabei wesentlich mehr dem Zerfall anheimfällt.

Wenn der Leim nicht als Ersatz für das Organeiwiss eintritt, sondern nur den Uebergang von Organeiwiss in cirkulirendes beschränkt und statt des letzteren zerfällt und die Rolle desselben übernimmt, so kann sich ein Thierkörper mit Leim, obwohl ausser-

dem Fette oder Kohlehydrate und Salze in genügender Menge zugeführt werden, wegen Mangel an Eiweiss nicht auf die Dauer erhalten.

Um dies zu prüfen, habe ich in Gemeinschaft mit meinem Assistenten Hofmann einem 25 Kilo schweren Hunde, nachdem er vorher einen Tag gehungert hatte, täglich 200 Grmm. lufttrocknen = 176 Grmm. wasserfreien Leim (mit 30.45 Stickstoff), 250 Grmm. Stärkemehl, 100 Grmm. Fett und 12 Grmm. Fleischextrakt (zum Ersatze der Aschebestandtheile) beigebracht.

Da voraussehen war, dass das Thier bald sich weigern werde, diese Stoffe freiwillig zu verzehren, so wurden sie in eine Form gebracht, in der sie demselben leicht eingestopft werden konnten. Zu dem Zwecke wurde das Fett zuerst durch Erwärmen flüssig gemacht und dann mit dem rohen Stärkemehl, welches das Fett völlig einsog, innig vermischt; nun wurde der Leim in möglichst wenig Wasser in der Wärme aufgelöst, das Fleischextrakt eingerührt und endlich in die noch warme Lösung der Brei aus Stärkemehl und Fett eingetragen. Das Gemische bildete nach dem Erkalten einen festen elastischen Kuchen, der in längliche Stücke zerschnitten dem Hunde gut beizubringen war.

Herr Dr. Hofmann stellte auch einmal nach Auflockerung des obigen Futterbreies durch Gährung mit Hefe ein ganz schönes, nur etwas trockenes und zähes Leimbrot her, das aber dem Thiere schwieriger in den Rachen geschoben werden konnte.

Die 5 ersten Tage frass der Hund die vorgesetzte Kost vollständig und rasch auf und befand sich sehr wohl dabei. Am sechsten Tage liess er einen grossen Theil des Fressens stehen; da er auch am 7. Tage freiwillig nichts frass, so wurden die für die 2 Tage bestimmten Stücke durch Eintauchen in Wasser schlüpfrig gemacht und ihm in den Rachen gesteckt. Auf diese Weise ging es bis zum 10. Tage gut fort, wo er Abends einige Brocken des am Morgen beigebrachten Futters erbrach. An den nachfolgenden Tagen hatte das Thier noch ein Paar Mal etwas Weniges erbrochen, wenn Abends zufällig ein Leimstück zu weit nach unten in den Rachen geschoben worden war. An zwei Abenden getraute man sich nicht mehr das wenige Erbrochene dem Thiere wieder beizubringen, um



nicht ein stärkeres Erbrechen zu veranlassen; an den späteren Tagen aber wurde, da es um jeden Preis auf seinem Körperzustande erhalten werden sollte, das stets stark sauer reagirende Erbrochene ohne Nachtheil nochmals gegeben. Am 27. Tage der Fütterung war der Hund zwar munter, aber er sträubte sich sehr beim Füttern. Am 28. Tage, nachdem er einen anderen Hund mit aller Macht und Wuth anzugreifen versucht hatte, trat Morgens, als er erst 3 Leimstücke erhalten hatte, Erbrechen ein; gleichwohl bekam er das ganze Futter beigebracht, das er bis den nächsten Tag am Morgen bei sich behielt, wo er es fast ganz, in gelöstem Zustande und stark sauer reagierend, erbrach.

Höchst auffallend war an diesem Tage (29. Tag) die plötzliche Veränderung des Thieres. Es zeigte sich äusserst matt, sank mit den Hinterfüssen zusammen und konnte nur mit Mühe die Paar Stufen in das Zimmer ersteigen. Der Versuch wurde damit als beendet angesehen. Es wurde zunächst dem Thiere behufs einer chemischen Untersuchung etwas Blut aus einer Vene genommen und ihm dann gemischtes Fressen vorgelegt, das es hastig zu sich nahm, aber nach einigen Stunden wieder erbrach. In der Nacht des 30. Versuchstages ging es zu Grunde.

Bei der Sektion konnte durchaus keine Todesursache aufgefunden werden; im Mesenterium und Unterhautzellgewebe war noch sehr viel Fett abgelagert, die Muskeln zeigten sich wohl entwickelt.

Die von Dr. Hofmann ausgeführte chemische Analyse des Blutes ergab:

Wasser . . . . .	77.63%
Feste Theile . . . . .	22.37
Faserstoff . . . . .	0.15 •
Eiweiss . . . . .	19.97

es ist also die Zusammensetzung des Blutes keine andere als normal. Im Filtrate nach der Ausfällung des Eiweisses konnte durch Gerbsäure Leim nachgewiesen werden.

Und doch kann das Thier aus Mangel an Eiweiss zu Grunde gegangen sein. Es ist jedenfalls höchst auffallend, dass der Tod zu einer Zeit eintrat, zu welcher er auch bei Entziehung jeder

Nahrung oder bei Entziehung der Aschebestandtheile erfolgt. Auch bei völligem Hunger findet sich keine Aenderung in der Zusammensetzung des Blutes, ebenso nur eine geringe Verminderung der Aschemenge nach langem Salzhunger. Es ist eben das Leben an eine sehr enge Grenze in der chemischen Zusammensetzung des Blutes und der Gewebe gebunden, so dass wesentliche Aenderungen in derselben ohne Gefährdung des Lebens nicht eintreten können. Bei Salzhunger (und Darreichung aller anderen Nahrungsstoffe) fehlt schliesslich das Salzmaterial für die Neubildung der Blutkörperchen und anderer zu Grunde gegangener organisirter Gebilde, obwohl im Körper noch viel Salz abgelagert ist, das aber nicht zur freien Verfügung steht; dabei befindet sich das Thier nach Salzhunger wieder vortrefflich, sobald man es dazwischen nur 1 Tag völlig hungern lässt, da es dann von sich Stoffe zersetzt, deren Salz frei wird. Aehnlich ist es vielleicht auch bei Eiweiss hunger und Zufuhr aller übrigen Nahrungsbestandtheile; die organisirten Formen, z. B. die Blutkörperchen, gehen in gewisser Menge zu Grunde und es werden keine neuen dabei aufgebaut, obwohl noch genug Eiweiss im Körper vorhanden ist, das jedoch nicht zur Disposition steht.

Der Erfolg ist ein ganz anderer, wenn man einem Thiere zu dem Leim und den nöthigen stickstofffreien Stoffen etwas Fleisch hinzugebt. Wir haben einer Hündin von 29.5 Kilo Gewicht während 35 Tagen täglich 150 Grm. Fleisch, 150 Grm. Leim, 150 Grm. Stärkemehl, 100 Grm. Fett und 5 Grm. Fleischextrakt mit etwas Kochsalz gegeben, und zwar auf ähnliche Art zubereitet, wie im vorigen Versuche. Das Thier frass längere Zeit alles mit Gier. Vom 24. Tage an, bis zu welchem es kaum an Gewicht abgenommen hatte, verzehrte es die Mischung nicht mehr gerne und es liess einen Theil derselben übrig, der ihm auch mit Gewalt nicht beizubringen war. Es blieb während der folgenden 11 Tage mit 4½ Portionen im Rückstande und hatte daher an Gewicht etwas verloren. Nichtsdestoweniger war es völlig lebendig und kräftig, und hatte nur einen Widerwillen gegen den Leim. Jedenfalls lehrt der Versuch, dass der Organismus sich mit sehr wenig Fleisch, Leim und den stickstofffreien Stoffen lange Zeit (35 Tage) zu erhalten vermag.

Nach diesen Erkenntnissen über die Bedeutung des Leimes für den Eiweissumsatz im Thierkörper wird es völlig klar, woran die früheren Versuche gescheitert sind. Zunächst muss man sich sehr hüten, wenn ein Hund, wie z. B. bei den Versuchen Magendie's, das vorgesetzte Fressen nicht berührt, den Schluss zu ziehen, dass die Substanz deshalb von keinem Werthe für die Ernährung ist. Die Thiere verweigern sie eben, weil sie ihrem Geschmache nicht zusagt und gehen dann am Hunger zu Grunde. Ich habe, wie schon angegeben, Hunde gehabt, welche rohes Fleisch verweigerten, solche welche Brod nicht berührten, oder alles Fressen, welchem Speck oder Fett beigemischt war. Wenn man nun dem Thiere die Speise einschnippt, so entfaltet sie alle möglichen Wirkungen. Ich habe daher immer dafür gesorgt, dass das vorgesetzte Futter auch wirklich verzehrt worden ist.

Aber auch wenn der Leim von dem Thier ganz aufgenommen worden ist, so geht es doch dabei zu Grunde, weil es an Eiweiss, stickstoffreicher Substanz (Fett) und Aschebestandtheilen immer mehr und mehr abnimmt; der Leim ist keine Nahrung. Giebt man auch stickstofffreie Stoffe und Aschebestandtheile dazu, so erlischt das Leben aus Mangel an Eiweiss. Der Leim kann aber einen Theil des Eiweisses ersetzen, nur kann er nicht eine Ablagerung eiweisshaltiger Substanz im Körper hervorbringen.

Die Vorstellung von der Bedeutungslosigkeit des Leimes für die Ernährung ist daraus hervorgegangen, dass man vielfach falsche Namen und Begriffe in der Ernährungslehre gebrauchte, und namentlich Nahrungsstoff und Nahrung, nahrhaft und nährend mit einander verwechselte. Obwohl schon Magendie<sup>1)</sup> jede Substanz als Nahrungsmittel betrachtete, die zur Ernährung beitragen kann, und sie in solche theilte, die für sich allein nähren, und in solche, die nur in Verbindung mit den ersteren zur Ernährung beitragen, wie z. B. die Aschebestandtheile und das Wasser, so kam er doch durch Vermengung obiger Begriffe zu falschen Folgerungen aus den Versuchen. Es wird immer zu Missverständnissen führen, wenn

<sup>1)</sup> Magendie, Handbuch der Physiologie, übers. von Heusinger 1836, Bd. II, S. 27.

man jene Worte nicht immer in ganz bestimmtem Sinne gebraucht. Nahrung ist ein Gemische, welches im Stande ist, den Körper völlig auf seiner Zusammensetzung zu erhalten (oder einen gewünschten anderen Zustand hervorzubringen); dieses Gemenge ist dann nährend. Nahrhaft aber oder ein Nahrungsstoff ist ein Stoff, welcher die Abgabe eines zur Zusammensetzung des Körpers nöthigen Stoffes verhütet oder dessen Herstellung möglich macht. Mit einem einzelnen nahrhaften Stoffe nährt man sich noch nicht. Ich will mit diesen Bemerkungen nicht etwas völlig Neues sagen, aber ich halte es für wichtig, stets für den gleichen Sinn die gleichen Ausdrücke zu gebrauchen; ich möchte darauf besonders Hoppe-Seyler aufmerksam machen, der sich<sup>1)</sup> über mein Bestreben ziemlich abfällig äussert.

Dass in dieser Beziehung noch die grössten Fehler gemacht werden und namentlich unter Aerzten zum Verderben der Kranken noch die unrichtigsten Vorstellungen herrschen, ist leicht nachzuweisen und so lange ist es nicht unnütz, bessere Begriffe feststellen zu helfen. Wie oft wird man durch Fragen in dieser Richtung in Verlegenheit gesetzt, die sich ohne präcis festgestellte Definitionen von nahrhaft und nährend nicht beantworten lassen; was will man sagen, wenn gefragt wird, ob Fleisch nahrhaft sei und ob es nahrhafter sei als Kartoffeln. Wohl die Meisten sind dann über die Antwort erstaunt, dass beide nahrhafte Stoffe enthalten und dass kein Nahrungsstoff nahrhafter sei, als ein anderer, z. B. Eiweiss nicht in höherem Grade als Wasser.

Der Leim ist darnach nicht nährend, wohl aber nahrhaft, und er ist in dieser Beziehung von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit. Er unterscheidet sich nur von anderen Nahrungsstoffen dadurch, dass er keinen anderen dieser Stoffe ganz zu ersetzen vermag; das Fett und die Kohlehydrate können die Abgabe von Fett vom Körper

<sup>1)</sup> Im Jahresberichte über die Fortschritte in der gesammten Medizin von Virchow 1871, Jahrgang 6, S. 63 referirt Hoppe-Seyler über eine Arbeit von mir mit den Worten: „nach einer längeren Eiseleitung über bekannte Dinge (was nahrhaft ist, dass Wasser nahrhaft ist und dass jeder Nahrungsstoff nahrhaft ist u. s. w.) giebt Voit etc.“

ganz verhüten, ebenso jeder Aschebestandtheil die Abgabe seines gleichen; der Leim schützt nicht vor dem Verlust von allem Eiweiss, sondern nur eines Theiles desselben.

Ich bin weit entfernt, vorzuschlagen, man solle auf diese Erfahrungen hin unserer Kost viel Eiweiss entziehen und durch Leim ersetzen. Der Leim widersteht uns leicht und bringt auch vielleicht, in grösserer Menge längere Zeit genossen, im Darne oder durch sein Vorwiegen in den Säften Krankheitserscheinungen hervor. Aber es steckt doch in den verschiedenen Formen des leimgebenden Gewebes ein wichtiger Nahrungstoff darin, den wir in richtiger Weise zu verwerthen suchen sollen, namentlich in Armenhäusern oder Volksküchen. Ich möchte, nachdem seit dem Gutachten der Gelatinecommission der französischen Akademie der Leim so ganz und gar als unnütz und schädlich verdammt worden ist, denselben wieder, soweit es ihm gebührt, zu Ehren bringen; es werden sich gewiss, wenn man sich genau bewusst ist, welche Bedeutung er hat, die segensreichsten Folgen daran knüpfen.

## II.

## Der Umsatz des Fettes bei Darreichung von Leim.

Da die meisten früheren Forscher den Leim als ein sogenanntes Respirationsmittel wie die Fette oder Kohlehydrate betrachteten, so ist es von Interesse zuzusehen, wie weit der Leim diese stickstofffreien Substanzen zu ersetzen im Stande ist. Dies kann nur durch gleichzeitige Beobachtung des Eiweiss- und Fettumsatzes geschehen. Um den Fettumsatz zu erfahren, mussten nicht nur die Ausscheidungen durch den Harn und den Koth, sondern auch die gasförmigen genau bestimmt werden; letztere Versuche wurden mit Hilfe des Pettenkoffer'schen Athemapparates an dem Hunde *a* von Pettenkoffer und mir gemeinschaftlich gemacht, deren Resultate ich mit Bewilligung meines Freundes hier mittheile. Die fünf Versuche fielen noch in das Jahr 1861, wo noch keine Bestimmungen des ausgeschiedenen Wassers und des aufgenommenen Sauerstoffs, sondern nur der Kohlensäure der Athemluft gemacht wurden. Aus unseren späteren Athemversuchen hat sich aber ergeben, dass man im Stande

ist, bei Bekanntschaft der im Harn und Koth und durch Haut und Lungen entfernten Kohlenstoffmenge und der Kohlenstoffmenge des zersetzten Eiweisses den Verbrauch an Fett im Körper mit Sicherheit zu erschliessen. Da ausserdem das Gesamtgewicht der durch Haut und Lungen abgegebenen Stoffe bekannt ist, und ausser Kohlensäure und Wasser nur wenig andere Stoffe gasförmig entfernt werden, so kann man dadurch auch annähernd die Wasserabgabe durch Haut und Lungen entnehmen. Man kann endlich auch berechnen, wie viel Sauerstoff zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthig ist und so auf die wirkliche Aufnahme des Sauerstoffs schliessen.

## 1. Reihe bei 400 Fleisch und 200 Leim. (3.—6. März 1861.)

Es waren vorher vom 28. Februar bis 3. März 400 Fleisch mit 250 Zucker, vom 25. bis 28. Februar 400 Fleisch mit 250 Stärkemehl, und am 24. Februar 400 Fleisch mit 200 Fett dargereicht worden, bei welchen Reihen ebenfalls Respirationsversuche ausgeführt worden sind. Es ist daher möglich, die Wirkung des Leimes auf den Fettumsatz mit derjenigen der Kohlehydrate und Fette zu vergleichen. Nachdem zuerst zwei Tage 400 Fleisch und 200 Leim gegeben worden waren, traf auf den 5. März 1861 ein Respirationsversuch.

Das Ergebniss desselben war folgendes:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
3. März	32,550	906	86,5	—
4. "	32,330	973	87,6	—
5. "	32,280	889	83,1	513,0
6. "	32,200	—	—	—

Berechnet man daraus die Elemente der Einnahmen und Ausgaben und dann den Umsatz an Fleisch, Leim und Fett, so erhält man:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	400,0	303,5	50,1	6,9	13,6	20,6
Leim . . . . .	200,0	35,5	81,8	10,6	28,3	42,8
Wasser . . . . .	1088,0	1088,0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	467,4	—	—	—	—	467,4
	2155,4	1428,1	131,8	17,5	41,9	530,8
		158,7 <i>H</i>		158,7		1269,4
		1269,4 <i>O</i>		176,2		1800,2
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	889,0	798,0	21,9	5,7	38,8	25,9
Koth . . . . .	40,7	31,6	4,0	0,6	0,7	1,3
Respiration . . . . .	1346,4	833,4	139,9	—	—	873,1
	2276,1	1658,0	165,8	6,3	39,5	400,3
		184,2 <i>H</i>		184,2		1473,7
		1473,7 <i>O</i>		190,5		1874,0
Differenz: — 120,7	—	— 34,0	— 14,3	+ 2,5	— 73,8	+ 1,2

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	165,8	190,5	39,4	1406,6	6,3
in 327,6 Fleisch . . . . .	41,0	33,3	11,1	237,9	4,3
in 200,0 Leim . . . . .	81,8	14,7	28,3	75,3	2,3
in 56,2 Fett . . . . .	43,0	6,7	0	6,5	0
Rest Wasser . . . . .	0	135,9	0	1087,0	0,3

Der Versuch ergibt demnach im Zusammenhalte mit den vor-  
ausgehenden:

Datum	Nahrung	C der Nahrung	C in der Respiration	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Sauerstoff nötig
24. Febr.	400 FL 200 F.	203	161	450	— 50	+ 41	586
27. "	400 FL 250 St.	151	149	436	— 36	— 8	440
2. März	400 FL 250 Z.	141	147	398	+ 7	— 25	435
5. "	400 FL 200 L.	132	140	328	+ 72	— 56	467

Daraus geht hervor, dass der Leim, bei nahezu der nämlichen Kohlenstoffmenge wie in den Kohlehydraten, doch weniger Fett am Körper erspart als diese. Bei Fütterung mit 500 Fleisch allein verlor der gleiche Hund täglich im Mittel 47 Fett<sup>1)</sup>, hier bei 400 Fleisch und 200 Leim etwas mehr, nämlich 56 Fett; der Leim hat also nur eine geringe Wirkung auf die Fettabgabe ausgeübt.

#### 2. Reihe bei 200 Leim. (14.—16. Mai 1861.)

Vorher hatte der Hund gemischtes Fressen erhalten.

Datum	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
14. Mai	33,810	737	67,3	—
15. "	33,500	966	64,5	353,5
16. "	33,120	—	—	—

Die Berechnung der Elemente ergibt:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Leim . . . . .	200,0	35,5	81,8	10,6	28,3	42,8
Wasser . . . . .	1050,0	1050,0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	315,6	—	—	—	—	315,6
	1565,6	1086,5	81,8	10,6	28,3	358,1
		120,7 <i>H</i>		120,7		965,8
		965,8 <i>O</i>		181,3		1324,2
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	966,0	893,8	13,1	4,3	20,1	19,4
Koth . . . . .	18,0	11,7	2,8	0,4	0,5	0,9
Respiration . . . . .	959,6	626,1	96,4	—	—	257,1
	1963,6	1531,6	115,5	4,7	30,6	277,4
		170,3 <i>H</i>		170,2		1361,4
		1361,4 <i>O</i>		174,9		1638,9
Differenz: — 398,0	—	— 33,8	— 43,5	— 2,2	— 314,7	— 1,4

1) Diese Zeitschrift 1871, Bd. VI, S. 449.

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	115,5	174,9	30,5	1323,3	3,7
in 200 Leim . . . . .	81,8	14,7	28,3	75,3	2,3
in 66,2 Fleisch . . . . .	8,3	0,7	2,2	48,1	0,9
in 33,3 Fett . . . . .	25,5	4,0	0	3,9	0
Rest Wasser . . . . .	0	148,5	0	1196,1	0,5

Es werden also bei Fütterung mit 200 Leim ausser 200 Leim noch 66 Fleisch und 33 Fett vom Körper hergegeben.

Vergleicht man dies mit den Versuchen bei Hunger,<sup>1)</sup> so erhält man:

	Fleisch- verbrauch	Fett- verbrauch	Kohlen- säure
2. Tag 200 Leim	66	33	353
6. Hungertag .	175	107	366
10. Hungertag .	154	83	289
2. Hungertag .	341	86	389
5. Hungertag .	167	103	358
8. Hungertag .	138	99	334

Darnach ist es sicher, dass der Leim nicht nur die Zersetzung von Eiweiss, sondern auch von Fett vom Körper vermindert.

3. Reihe bei 200 Leim und 200 Fett. (16.—18. Mai 1861.)

Nach Darreichung von 200 Leim allein (2. Reihe 14.—16. Mai) wurden zu den 200 Leim noch 200 Fett zugesetzt und am zweiten Tage (den 17. Mai) ein Respiationsversuch gemacht.

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Harmmenge	Harnstoff	Kohlensäure
16. Mai	33,120	757	63,3	—
17. "	33,160	1194	63,5	592,7
18. "	32,910	—	—	—

1) Diese Zeitschrift 1869, Bd. V, S. 374 u. S. 381.

## Die Berechnung der Elemente ergibt:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Leim . . . . . 200,0	36,5	81,8	10,6	28,3	42,8	2,3
Fett . . . . . 200,0	—	153,0	23,8	—	23,2	—
Wasser . . . . . 1600,0	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . . 561,6	—	—	—	—	561,6	—
	2561,6	1636,5	234,8	34,4	28,3	627,6
		181,8 H		181,8		1454,7
		1454,7 O		216,3		2082,3
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . . 1194,0	1121,1	16,7	4,4	29,8	19,9	2,1
Koth . . . . . 49,5	85,3	7,1	1,0	0,8	1,9	3,3
Respiration . . . . . 1432,3	839,6	161,6	—	—	431,1	—
	2675,8	1996,0	185,4	5,4	30,6	452,9
		221,8 H		221,8		1774,2
		1774,2 O		227,3		2237,2
Differenz: — 114,2	—	+ 49,4	— 10,9	— 2,3	— 144,9	— 3,1

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	185,4	237,3	30,6	1665,6	5,4
in 200 Leim . . . . .	81,8	14,7	28,3	75,3	2,3
in 68,2 Fleisch . . . . .	8,5	8,8	2,3	64,1	0,9
in 124,3 Fett . . . . .	95,1	14,8	0	14,4	0
Rest Wasser . . . . .	0	188,9	0	1511,8	2,2

Bei Fütterung mit 200 Leim und 200 Fett werden demnach ausser 200 Leim noch 68 Fleisch und 124 Fett verbraucht und 76 Fett angesetzt; es wird mehr Kohlensäure abgegeben und anscheinlich mehr Fett zersetzt als bei ausschliesslicher Fütterung mit Leim. Bei grösseren Gaben von Fett, wobei ein reichlicher Ansatz von Fett stattfindet, ist der Fettumsatz stets ein grösserer; dies geht aus den früher mitgetheilten Versuchen bei Fütterung mit Fett allein deutlichst hervor: <sup>1)</sup>

1) Diese Zeitschrift 1869, Bd. V, S. 388 u. S. 392.

	Fleisch- verbrauch	Fett- verbrauch	Fett am Körper	Kohlen- säure
8. Tag bei 100 Fett	159	94	+ 6	302
10. Tag bei 100 Fett	131	101	— 1	312
2. Tag bei 350 Fett	227	164	+ 186	519
bei 200 Leim u. 200 Fett	68	124	+ 76	593

Es ist wahrscheinlich, dass ohne den Zusatz von Leim zu 200 Fett etwas mehr Fett zersetzt worden wäre; bedeutend kann aber die Ersparung von Fett durch Leim nicht gewesen sein.

4. Reihe bei 200 Fleisch und 200 Leim. (18.—20. Mai 1861.)

Nachdem vom 16. - 18. Mai 200 Leim mit 200 Fett gegeben worden waren, erhielt der Hund 200 Fleisch und 200 Leim, wobei am zweiten Tage, (am 19. Mai) die gasförmigen Produkte untersucht wurden. Dabei wurden erhalten:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
18. Mai	32,910	1044	70,2	—
19. "	32,570	1014	72,4	513,8
20. "	32,400	—	—	—

Daraus berechnen sich als Elemente:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . . 200,0	151,8	25,0	8,5	6,8	10,3	2,6
Leim . . . . . 200,0	36,5	81,8	10,6	28,3	42,8	2,3
Wasser . . . . . 1210,0	1210,0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . . 475,3	—	—	—	—	475,3	—
<b>2085,3</b>	<b>1338,3</b>	<b>106,8</b>	<b>14,1</b>	<b>35,1</b>	<b>528,4</b>	<b>4,9</b>
	155,4 H		155,4		1242,9	
	1242,9 O		169,5		1771,3	
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . . 1014,0	923,0	21,3	5,6	33,8	25,3	5,1
Koth . . . . . 38,4	25,8	5,6	0,8	0,9	1,7	3,5
Respiration . . . . . 1311,3	837,5	130,1	—	—	378,7	—
<b>2393,7</b>	<b>1776,3</b>	<b>167,0</b>	<b>6,4</b>	<b>34,7</b>	<b>400,7</b>	<b>8,6</b>
	197,4 H		197,4		1578,9	
	1578,9 O		203,8		1979,6	
Differenz: - 308,4	—	- 60,2	- 34,3	+ 0,4	- 208,3	- 3,7

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	167,0	203,8	34,7	1504,3	8,6
in 187,0 Fleisch . . . . .	23,5	19,1	6,4	186,4	2,4
in 200,0 Leim . . . . .	81,8	14,7	28,3	75,3	2,3
in 80,7 Fett . . . . .	61,7	9,6	0	9,4	0
Rest Wasser . . . . .	0	160,4	0	1283,3	3,9

Es wurden hier bei Fütterung mit 200 Fleisch und 200 Leim zersetzt: 200 Leim, 188 Fleisch und 81 Fett. Der hungernde Hund verlor dagegen 175 Fleisch und 107 Fett. Die Ersparung von Fett durch Leim ist daher keinesfalls eine beträchtliche und steht nicht in Verhältniss zu der Quantität des Leimes.

5. Reihe bei 1800 Fleisch und 200 Leim. (20.—22. Mai 1861.)

Nachdem der Hund vorher 200 Fleisch und 200 Leim (18. bis 20. Mai) erhalten hatte, bekam er während 2 Tagen 1800 Fleisch und 200 Leim; am zweiten Tage wurde ein Respirationversuch gemacht.

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
20. Mai	32,400	1695	140,2	—
21. "	32,800	1852	170,9	658,2
22. "	33,300	—	—	—

Daraus rechnen sich als Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . . 1800,0	1366,2	225,4	31,1	61,2	92,7	23,4
Leim . . . . . 200,0	36,5	81,8	10,6	28,3	42,8	2,3
Wasser . . . . . 1282,0	1282,0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . . 542,0	—	—	—	—	542,0	—
<b>3824,0</b>	<b>2684,7</b>	<b>307,1</b>	<b>41,8</b>	<b>89,5</b>	<b>677,5</b>	<b>25,7</b>

	HO	C	H	N	O	Asche
Transport: 3824.0	2684.7	307.1	41.8	83.5	677.5	25.7
	298.3 H		298.3		2386.4	
	2386.4 O		340.1		3063.9	
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . . 1852.0	1639.4	46.9	12.3	79.8	55.7	17.9
Koth . . . . . 281.6	240.2	18.0	2.7	2.7	5.6	12.4
Respiration . 1228.1	569.9	175.0	—	—	483.2	—
	3361.7	249.5	239.9	14.9	87.4	30.3
	272.2 H				2177.3	
	2177.3 O				2721.8	
Differenz: +462.3	—	+67.2	+53.0	+7.0	+312.1	—4.5
		C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	239.9	287.1	82.4	2179.8	30.3	
in 1592.5 Fleisch . . . . .	199.4	161.9	54.1	1156.5	20.7	
in 200.0 Leim . . . . .	81.8	14.7	28.3	75.3	2.3	
in 53.9 Fett . . . . .	41.2	6.4	0	6.2	0	
(aus Fleisch angesetzt.)						
Rest Wasser . . . . .	0	117.0	0	854.3	7.3	

Vergleicht man die Ergebnisse dieser Reihe bei Fütterung mit 1800 Fleisch und 200 Leim mit denen der Reihe vom 19. Febr. 1861<sup>1)</sup> bei Fütterung mit 1800 Fleisch allein, so ersieht man:

	Fleisch- verbrauch	Fleisch am Körper	Fettsatz aus Fleisch	Kohlen- säure
bei 1800 Fleisch . . . . .	1757	+ 43	+ 1	656
bei 1800 Fleisch und 200 Leim	1593	+207	+54	658

Es ist also durch den Leim nicht nur mehr Eiweiss angesetzt worden, sondern auch mehr Fett, welches bei dem Zerfall des Eiweisses entstanden ist; die Ersparung an Fett ist aber keine beträchtliche.

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 482.

Nach diesen fünf Respirationsversuchen wird unter der Einwirkung des Leimes auch Fett in geringerer Menge zersetzt, d. h. der Leim kann nach dem früheren Sprachgebrauche als Respirationsmittel wie die Fette oder Kohlehydrate betrachtet werden. Seine Wirkung in dieser Beziehung ist jedoch keine grosse und sie steht zurück gegen die der genannten stickstofffreien Stoffe. Keinesfalls erspart der Leim dadurch Fett, dass er für sich den Sauerstoff in Beschlag nimmt; die Aufnahme des Sauerstoffs richtet sich, wie frühere Betrachtungen schon ergeben haben, nach der Zersetzung im Körper und letztere nicht nach dem Sauerstoff. 200 Leim enthalten so viel Kohlenstoff als 107 Fett und bedürfen nach Abtrennung der Elemente des Harnstoffs zur Ueberführung des Restes von Kohlenstoff und Wasserstoff zu Kohlensäure und Wasser 212 Sauerstoff von Aussen; dieselbe Sauerstoffmenge verbrauchen 74 Fett zur Verbrennung in Kohlensäure und Wasser. Demnach sollten 200 Leim, wenn er nach seinem Sauerstoffbedarf Fett ersetzen würde, 74 Fett ersparen, was aber in keinem Falle eintrat.

Wir haben somit die Bedeutung des Leimes für die Ernährung darin erkannt, dass derselbe erstens im Stande ist statt des circulirenden Eiweisses sich zu zersetzen und dadurch dieses zu ersparen und auch den Untergang von Organeiwiss zu beschränken und dass er zweitens auch die Zerstörung eines kleinen Theiles des Fettes im Körper aufhebt; er vermag jedoch nicht Organeiwiss zu bilden und als Material zum Aufbau von Zellen zu dienen. Es fragt sich nun, welcher Classe von organischen Nahrungsstoffen nach der gebräuchlichen Eintheilung derselben in plastische und respiratorische sollen wir den Leim zuthellen.

Niemand erkennt besser als ich, welch' bedeutenden Nutzen diese Eintheilung zu ihrer Zeit gestiftet hat; sie war eine wahre Leuchte in der Dunkelheit der Ernährungsvorgänge, der wir jeglichen Fortschritt darin verdanken. Man hatte bis dahin nur eine Classification der Nahrungsstoffe nach der chemischen Zusammensetzung versucht. So theilte sie Magendie in solche, welche keinen oder wenig Stickstoff, und in solche, welche eine grosse Menge desselben enthalten; Prout legte die Zusammensetzung der Milch als der

einigen fertig gebildeten Nahrung zu Grunde, und unterschied als Nahrungsstoffe Saccharina, Oleosa und Albuminosa. Aber Niemand wusste anzugeben, welche Bedeutung diese verschiedenen Stoffe für den Organismus haben.

Liebig verglich zuerst die Zusammensetzung des Thierkörpers mit derjenigen der zugeführten Substanzen. In dem Körper fand sich Eiweiss und auch in der Nahrung; ebenso verhielt es sich mit dem Wasser, dem Fett und den Aschebestandtheilen; alle diese Stoffe traten also für die entsprechenden im Körper ein. Anders zeigte es sich mit einigen anderen Stoffen, namentlich den Kohlehydraten; man fand sie im Körper nicht in grösserer Menge vor, sie konnten demnach nicht zu entsprechenden Stoffen im Körper werden, daher liess man sie in andere sich verwandeln.

Aber Liebig blieb bei dieser Erkenntniss nicht stehen, sondern er ging noch weiter und stellte sich die Frage, haben alle organischen Stoffe im Körper und der Nahrung die gleiche Bedeutung und Wirkung oder eine verschiedene.

Er schrieb ihnen bekanntlich eine ungleiche Bedeutung und Wirkung zu und theilte sie deshalb in plastische und respiratorische.

Nach ihm sind die organisirten Formen des Körpers, an denen wir die Thätigkeitsäusserungen ablaufen sehen, aus Eiweiss aufgebaut. Bei der nach Aussen sichtbaren Wirkung der Organe d. h. durch die mechanische Arbeit der Muskeln sollen die eiweisshaltigen Formen zerstört werden, so dass das Eiweiss der Nahrung nur dazu dient, das durch die tägliche Arbeit, die Herz-, Athem- und übrigen Muskelbewegungen zu Verlust gegangene organisirte Eiweiss wieder aufzubauen. Alles Eiweiss der Nahrung musste demnach vorerst zu organisirter Form und zu arbeitendem Organ geworden sein, ehe es zersetzt werden kann, darum wurde es das plastische Nahrungsmittel genannt.

Man bezeichnete diesen Untergang geformter eiweisshaltiger Gewebetheile durch die mechanischen Leistungen als den eigentlichen Stoffwechsel<sup>1)</sup>, weil hier organisirte Gebilde des Körpers zu Grunde

<sup>1)</sup> Man sagte, nur das Eiweiss gehe im Stoffwechsel zu Grunde, das Fett etc. nicht.

gehen sollen in Folge von Wirkungen, welche vor Allem an dem lebenden Organismus auffallen und man betrachtete das zu organisirten Körpertheilen werdende Eiweiss der Nahrung als den eigentlichen Nahrungsstoff und stellte es höher als alle anderen, die sich zersetzen, ohne vorher in wirkende Körpermasse übergegangen zu sein.

Wir haben jetzt hierüber durch mühselige Versuche andere Anschauungen gewonnen.

Es ist zwar gewiss, dass das Eiweiss der Nahrung sich im Körper ablagern und mithelfen kann, einen Muskel oder irgend ein anderes Gewebe aufzubauen, aber wir wissen auch, dass nicht alles Eiweiss der Nahrung, ehe es zersetzt wird, zu organisirtem geworden sein muss, sondern dass der weitaus grösste Theil ohne dies zerfällt. Es ist also in Wirklichkeit nur der kleinste Theil des aufgenommenen Eiweisses plastisch.

Dann haben wir auch andere Vorstellungen von dem sogenannten Organisirten als früher. Liebig ging offenbar bei Aufstellung seiner Theorie von der Schwann'schen Zellenlehre aus. Das Organisirte war die Zelle, welche ihre Gestalt durch den soliden Kern und die umschliessende Zellmembran erhielt, den als flüssig betrachteten Zellinhalt beachtete man nur wenig und dachte sich, dieser oder seine Bestandtheile z. B. das Wasser könnten auch wegbleiben, ohne dass die Zellen ihre eigentliche Struktur einbüssten; die trockene Form, die Zellmembran, der Kern etc., also das allein für organisirt Gehaltene bestand nun aus eiweissartiger Substanz, es war allein plastisch.<sup>1)</sup> Heut zu Tage vermögen wir uns eine Zelle oder einen organisirten Elementartheil ebensowenig ohne Wasser, Fett und Aschebestandtheile zu denken als ohne Eiweiss, die ebenso plastisch sind als dieses, während wir die Zellmembran

<sup>1)</sup> Liebig, chem. Briefe 1851 S. 419: „aber in allen diesen Theilen sind Wasser und Fett nur mechanisch aufgesaugt wie in einem Schwamm, oder wie in den Zellen das Fett, in Tropfengestalt eingeschlossen, und sie lassen sich denselben durch mechanischen Druck und Auflösungsmittel entziehen, ohne dass die Struktur dieser organischen Theile im mindesten geändert wird; sie besitzen niemals eine ihnen eigene organische Form, sondern sie nehmen immer die Form der organischen Theile an, deren Poren sie erfüllen; sie gehören nicht zu den plastischen Bestandtheilen des Körpers oder zu den plastischen Bestandtheilen der Nahrungsmittel.“



und selbst den Kern recht wohl missen können. Zur Zelle oder zu einem organisirten Elementartheil gehören vor Allem diejenigen Stoffe, welche die Thätigkeit derselben bedingen und in dieser Beziehung sind Wasser, Fett, Aschbestandtheile etc. so wenig zu entbehren als Eiweiss.

Es besteht demnach gar kein Grund mehr, das Eiweiss das plastische Nahrungsmittel zu nennen. Nur ein kleiner Theil des mit der Nahrung aufgenommenen Eiweisses lagert sich in den Zellen und Geweben ab und wird plastisch, und manche andere Stoffe sind zur Erzeugung eines lebendigen Elementartheils ebenso nothwendig. Die Arbeit ist auch nicht die Ursache der Zersetzung des Eiweisses, der grösste Theil des zerfallenden Eiweisses war nie organisirt und in Zellen fester gebunden und wir kennen nicht nur einen Stoffwechsel des Eiweisses, sondern auch des Fettes, des Wassers, der Aschbestandtheile etc.

Die Fette und Kohlehydrate nannte Liebig die respiratorischen Nahrungsmittel. Er sagte, ihre Zersetzung habe einen andern Grund als die des Eiweisses, welches als organisirtes durch die Arbeit zerfällt, sie verbrennen einfach durch den in Folge der Respirationsbewegungen in das Blut aufgenommenen Sauerstoff. Man stellte sich vor, der in den Körper aufgenommene Sauerstoff sei der Zerstörer und er nage so lange an den Fetten und Kohlehydraten, bis er ganz in Beschlag genommen sei. Die Grösse der Aufnahme des Sauerstoffes liess man abhängen von der Zahl und Tiefe der Athemzüge; wenn es aussen kalt ist, so brauchen wir darnach nur durch häufigere und tiefere Athembewegungen mehr Sauerstoff einzupumpen, um mehr von den Respirationsmitteln zu verbrennen und so dem Körper die genügende Wärme zu liefern.

Der Sauerstoff ist aber nicht die nächste Ursache der Zersetzung von Substanzen im Körper, sondern sie zerfallen darin nach und nach in immer einfachere Produkte, die dann allmählig Sauerstoff aufnehmen. Ich habe dieses für die Eiweisszersetzung schon lange ausgesprochen, da dieselbe in keinem Verhältnisse steht zur Sauerstoffaufnahme; das Eiweiss kann ja schon in dem für Oxydationen gewiss ungünstigen Darm den Zerfall in Leucin etc. beginnen, wie er auch im übrigen Körper stattfindet. Ebenso ist es

für die Fette und Kohlehydrate; die Ursachen ihres Zerfalls sind ganz andere. Ich habe schon bei einer andern Gelegenheit<sup>1)</sup> hervorgehoben, dass bei den gewöhnlichen Verbrennungsprocessen z. B. des Holzes der Sauerstoff auch nicht die Ursache des Zerfalles ist, sondern die Anzündungstemperatur, welche die Zerlegung in niedere Produkte bedingt, die bei ihrem allmähigen weiteren Zerfall Sauerstoff binden; letzterer ist nur von Einfluss auf die beim Zerfall entstehenden Produkte.

Wenn der Sauerstoff nicht das einleitende Moment für die Stoffzerlegungen im Thierkörper ist, so können letztere auch nicht von der Zahl und Tiefe der Athemzüge abhängen. Ich habe schon mehrmals<sup>2)</sup> darauf aufmerksam gemacht, dass die Athemzüge nicht direkt die Zersetzung im Körper reguliren, sondern dass primär in den Geweben die Stoffe nach bestimmten Regeln, unabhängig vom Sauerstoff, zerfallen und dann, indem die weiteren Produkte sauerstoffreicher werden, Sauerstoff aus dem Blute weggenommen und Kohlensäure dahin abgegeben wird, was sekundär durch Erregung der Regulatoren im verlängerten Marke Athembewegungen nach sich zieht, durch welche der aus dem Blute genommene Sauerstoff wieder ergänzt und die Kohlensäure entfernt wird.

Der letztere Ersatz richtet sich also nach dem Verbrauch in den Organen; würde in den Geweben durch die innere Athmung kein Sauerstoff verbraucht, so würden die heftigsten Athembewegungen keinen weiteren Sauerstoff in's Blut bringen. Wenn irgend welche Einflüsse auf den Stoffumsatz und den Gasaustausch einwirken z. B. Kälte oder Wärme oder mechanische Arbeit, so geschieht dies nicht durch eine Aenderung des Athemrhythmus, sondern durch eine Aenderung des Zerfalls in den Geweben, wornach dann in zweiter Linie die Art der Athmung bestimmt wird, bis der Gasgehalt des Blutes der normale geworden ist. Es wird im Körper nicht nach der Menge des aufgenommenen Sauerstoffes zerstört, sondern es wird umgekehrt so viel Sauerstoff aufgenommen, dass die bei dem Zerfall in den Geweben entstandenen Produkte in aus-

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 494.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschrift 1870. Bd. VI. S. 388. — 1871. Bd. VII. S. 197. — 1871. Bd. VII. S. 494.

scheidungs- oder ablagerungsfähige Verbindungen übergeführt werden. Wie viel vom Organismus im Ganzen Sauerstoff verbraucht wird, hängt nur von dem vom Sauerstoff unabhängigen Zerfall in den Geweben und der nachherigen Sauerstoffbindung durch die Zerfallprodukte ab, nicht von dem Hämoglobingehalt des Blutes, der Frequenz der Herzschläge oder der Zahl und Tiefe der Athemzüge, welche Momente alle nur das Geschäft der Füllung oder der Abgabe zu übernehmen haben. Ich bin erfreut, in dieser meiner Anschauung in Pflüger<sup>1)</sup> einen Bundesgenossen erhalten zu haben, der auf ganz anderem Wege zu der gleichen Vorstellung gelangt ist.

Wenn nun der Sauerstoff nur nach Maassgabe der Zersetzung ins Blut tritt, so sind die Fette und Kohlehydrate nicht vorhanden, um den Sauerstoff in Beschlag zu nehmen und es fällt der Hauptgrund weg, warum man sie respiratorische Nahrungsmittel nannte.

In den Geweben finden sich wie für das Eiweiss die Bedingungen für den Zerfall einer gewissen Menge von Fett oder Kohlehydraten. Es zersetzen und ersetzen sich deshalb diese Stoffe nicht in dem Verhältnisse, in welchem sie Sauerstoff bis zur Ueberführung in Kohlensäure und Wasser nötig haben, sondern in einem ganz anderen, d. h. für die stofflichen Vorgänge im Thierkörper sind nicht 100 Fett äquivalent 240 Stärkemehl oder 263 Traubenzucker oder 770 frischem fettlosen Muskelfleisch.

Die Fette und Kohlehydrate haben auch durchaus nicht die Aufgabe bei der Zersetzung gerade so viel Wärme zu erzeugen als der Körper Wärme verloren hat. Es ist zwar ganz gewiss, dass die Fette und Kohlehydrate bei ihrer Zerstörung Wärme liefern, aber sie werden nicht zersetzt, weil und wann wir Wärme nötig haben, sondern aus ganz andern Ursachen; sie würden bei den Bedingungen im Thierkörper auch zersetzt, wenn wir keine Wärme in uns zu bilden brauchten z. B. in einer mit Wasserdampf bei der Körpertemperatur gesättigten Luft.

Die Fette und Kohlehydrate werden in erster Linie aufgenommen, um den Verlust von Fett vom Körper zu verhüten, von dem sonst ein Theil unter den Bedingungen des Organismus in den

<sup>1)</sup> Pflüger, über die Diffusion des Sauerstoffs, den Ort und die Gesetze der Oxydationsprocesse im thierischen Organismus, Arch. f. d. ges. Physiologie 1872. Bd. VI. S. 52.

Zerfall gezogen würde. Die Entstehung von Wärme dabei ist eine sekundäre Erscheinung und es werden nach den Erfahrungen von Pettenkofer und mir trotz gleicher Temperaturhöhe des Körpers und der umgebenden Luft die verschiedensten Wärmemengen erzeugt. So wenig wir bei höherer Temperatur der Umgebung beträchtlich weniger zersetzen, sondern vielmehr durch eine grössere Wärmeabgabe die Wärme los werden müssen, ebensowenig wird bei gewöhnlicher Temperatur der Umgebung gerade so viel Wärme erzeugt, um eben den Körper auf seiner Eigenwärme zu erhalten, denn es ist sehr wahrscheinlich, dass wir mit Hilfe der Regulationsapparate für die Wärmeabgabe mit weniger Wärme ausreichen könnten, als für gewöhnlich aus der Zersetzung von Substanz in uns entsteht.

Da also die Fette und Kohlehydrate wegen etwas anderem zugeführt werden, als um den Sauerstoff in Beschlag zu nehmen und um gerade das nöthige Maass von Wärme zu liefern, und da auch das Eiweiss sich ebenso verhält wie erstere Stoffe, indem es wie sie unter den Bedingungen der Gewebe allmählich unter Wärmebildung in Produkte zerfällt, welche nach und nach Sauerstoff in sich aufnehmen, so dass unter Umständen das Eiweiss allein die Abgabe von Eiweiss und Fett vom Körper verhütet und die Eigenwärme erhält, so ist kein Grund mehr vorhanden, die Fette und Kohlehydrate als Respirationsmittel zu bezeichnen und sie als solche von dem Eiweiss zu trennen.

Wenn man eine Eintheilung der Nahrungsstoffe machen will, so darf man nur darum fragen, was ein Nahrungsstoff stofflich für einen Erfolg hat, und nicht durch welche Ursachen er sich zersetzt und was er bei seinem Zerfall leistet, ob mechanische Kraft oder Wärme. Die Lehre von der Ernährung hat mit den Wirkungen im Körper nicht das Mindeste zu thun, diese sind erst sekundäre Erscheinungen; die Zersetzung der Stoffe im Körper findet nicht statt, weil mechanische Arbeit oder Wärme geliefert werden muss, sondern weil unter den Bedingungen der Organisation die höheren Verbindungen nicht mehr zusammenhalten.

Die Nahrung hat in erster Linie den Körper auf seiner Zusammensetzung zu erhalten (oder sie in gewünschter Weise zu verändern). Wir können uns nun denselben stofflich zusammengesetzt

denken aus eiweissartigen Substanzen (und deren Abkömmlingen), aus Fetten, Aschebestandtheilen und Wasser. Wir fragen also, was und wie viel muss man zuführen, um den Bestand des Thierleibes an Wasser, Aschebestandtheilen, Fett und Eiweiss zu erhalten (oder in bestimmter Weise zu ändern) und zwar mit den einfachsten und besten Mitteln, so dass ein Verlust daran verhütet wird.

Da vom Körper beständig Wasser verdampft und tropfbar flüssig entfernt wird, so sieht Jedermann ein, dass man Wasser zuführen muss (oder dass Wasser aus andern Stoffen im Körper entstehen muss), um den normalen Wassergehalt zu erhalten. Aber es ist noch wenig bekannt, wieviel unter verschiedenen Verhältnissen Wasser weggeht und wieviel man also zuführen braucht. Jedoch sind wir darüber in praxi meist nicht in Verlegenheit, da wir das Wasser umsonst oder wohlfeil haben können. Wir würden die Sache ganz anders beurtheilen und das Wasser für ebenso wichtig halten als das Eiweiss und andere Stoffe, wenn wir es so theuer zu bezahlen hätten.

Wir müssen ferner jeden Aschebestandtheil mit der Nahrung einnehmen, damit der Organismus auf seinem Gehalt an Aschebestandtheilen bleibt; jeder derselben ist ebenso nothwendig wie das Eiweiss oder andere Nahrungsstoffe. Aber dieselben finden sich in den meisten Fällen in richtiger Qualität und Quantität in unseren Nahrungsmitteln, wenn sie genügend Eiweiss und stickstofffreie Stoffe enthalten, daher wir auch für sie nur selten sorgen müssen und ihre Bedeutung häufig unterschätzen.

Um dem Körper seinen Fettbestand zu sichern, kann man Fett in der Nahrung geben, welches sich in ihm abzulagern vermag. Nur selten ertragen aber die Thiere, namentlich nicht die Pflanzenfresser, so viel Fett als sie zu obigem Zwecke nöthig haben; man führt daher auch Kohlehydrate ein, die zwar wahrscheinlich nicht selbst zu Fett werden, jedoch die Abgabe desselben verhüten. Endlich kann man auch mit Eiweiss das Fett am Körper bewahren und selbst Fett zum Ansatz bringen, da bei der Zersetzung des Eiweisses als Spaltungsprodukt Fett hervorgeht; dieses Fett wird durch die leichter sich zersetzenden Kohlehydrate vor dem weiteren Zerfalle geschützt.

Zur Erhaltung der Eiweissmasse des Organismus muss unter allen Umständen eine gewisse Menge von Eiweiss eingeführt werden, und zwar mindestens so viel als nöthig ist, das zu Grunde gegangene Organeiwiss zu ersetzen, meist jedoch ansehnlich mehr zur Erhaltung des Vorrathes des cirkulirenden Eiweisses. Von Eiweiss allein (mit Wasser und Aschebestandtheilen) braucht man sehr viel, um die Abgabe davon zu verhüten, während weniger nöthig ist unter dem Einflusse von Substanzen, (Fett, Kohlehydrate), welche nicht selbst zu Eiweiss werden und daher niemals alles Eiweiss ersetzen können. Diese ausserordentlich wichtige Bedeutung der Fette und Kohlehydrate war bei der Bezeichnung derselben als respiratorische Nahrungsstoffe nicht gehörig berücksichtigt und sie lässt sich nur würdigen, wenn man ihre stoffliche Leistung der Eintheilung zu Grunde legt.

Die Verhältnisse der Ernährung und die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe lassen sich, auf diese Weise stofflich betrachtet, viel leichter, namentlich auch Landwirthen und Laien, darlegen als wenn man von plastischen und respiratorischen, oder Kraft und Wärme gebenden Nahrungsmitteln spricht, welche Eintheilung sich nicht mehr festhalten lässt, und mit der man die Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe nicht mehr genügend darstellen kann.

Es ist namentlich unmöglich den Leim in diese Eintheilung einzuordnen. Er ist kein plastischer Nahrungsstoff im früheren Sinne, da er nicht zum Aufbaue von Organisirtem beitragen kann, aber er ist auch als Respirationsmittel im früheren Sinne nur von ganz untergeordneter Bedeutung, von keiner grösseren als man sie dem Eiweiss zuschrieb. Stofflich aufgefasst ist dagegen seine Rolle leicht zu bezeichnen. Wegen seiner leichten Zerlegbarkeit vermag er statt des cirkulirenden Eiweisses sich zu zersetzen, wodurch er dieses erspart und auch den Untergang von Organeiwiss beschränkt; er hat in dieser Hinsicht einen ähnlichen Erfolg wie die Fette oder Kohlehydrate, nur wirkt er in viel höherem Grade, genau so wie die Peptone, die sich im Körper nicht mehr in Eiweiss zurückverwandeln. Ausserdem verhindert der Leim die Zerstörung eines kleinen Theiles des Fettes. —

Ueber die Zersetzungs Vorgänge im Thierkörper  
bei Fütterung mit Fleisch und Kohlehydraten und  
Kohlehydraten allein.

Von

M. v. Pettenkofer und C. Voit.

Wir haben in früheren Abhandlungen<sup>1)</sup> unsere Versuche über die Zersetzungs Vorgänge im Hunde beim Hunger, bei Fütterung mit Fleisch allein und bei Fütterung mit Fleisch unter Zusatz von Fett beschrieben.

Es hatte sich dabei herausgestellt, dass durch Fleisch die beim Hunger stets stattfindende Abgabe von Eiweiss und Fett aufgehoben werden kann, indem unter allmählich geringer werdendem Eiweissverluste der Körper immer weniger Fett einbüsst, ja schliesslich Eiweiss ansetzt oder selbst Fett aus dem zersetzten Eiweisse abgelagert, nämlich dann, wenn aus dem Eiweisse ebensoviel und mehr Fett entsteht, als sonst beim Hunger zerfallen würde. Bei Zusatz von Fett zum Fleisch sind die Zersetzungen qualitativ die gleichen, es tritt nur der Punkt, wo ein Ansatz von Eiweiss und von Fett stattfindet, früher ein; die Ablagerung von Fett geschieht hier auf Kosten des aus dem zersetzten Eiweisse abgespaltenen Fettes mit Hinzuziehung des aus der Nahrung aufgenommenen. Denn ist einmal die Spaltung des Eiweisses in Fett und andere Produkte vor sich gegangen und tritt dann die Zersetzung des Fettes ein, so ist es gleichgültig, woher das letztere kommt, ob es eben erst aus dem Darne eingetreten oder aus dem Eiweisse entstanden ist.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1860, Bd. V S. 369-392. 1871, Bd. VII S. 433-497.  
1873, Bd. IX, S. 1-40.  
Zeitschrift für Biologie. IX. Bd.

Es ist von dem grössten Interesse, zu wissen, ob andere stickstofffreie Stoffe, wie z. B. die Kohlehydrate, sich in ihren qualitativen Wirkungen ebenso wie das Fett verhalten und in welchen Quantitäten sie dies thun. Es ist also die Frage, ob diese Substanzen ähnlich wie das Fett die Zersetzung des Eiweisses etwas hemmen und dadurch weniger Eiweiss in der Nahrung nöthig machen, ob unter ihrem Einflusse auch die Abgabe von Fett vom Körper aufgehoben wird oder sogar ein Ansatz von Fett stattfindet, und endlich, ob dieses Fett direkt aus ihnen hervorgeht. Von der Meinung ausgehend, dass unter bestimmten äusseren Bedingungen eine bestimmte Aufnahme von Sauerstoff erfolge, welcher dann durch die im Körper befindlichen Stoffe in Beschlag genommen werden müsse, d. h. dass der Sauerstoff die primäre Ursache der Zerstörung im Thierorganismus sei und dass diejenigen Momente, welche geeignet seien, mehr davon in das Blut zu bringen, auch entsprechend die Stoffzersetzung im Körper erhöhen, liess man die Stoffe je nach den zu ihrer Ueberführung in die letzten Zersetzungsprodukte nöthigen Sauerstoffquantitäten sich ersetzen und einander vertreten; so glaubte man, 100 Fett thun das Gleiche wie 240 Stärkemehl, da erstere zur Umwandlung in Kohlensäure und Wasser ebensoviel Sauerstoff brauchen als letztere. Es müsste dann unter sonst gleichen Umständen für 100 Fett 240 Stärkemehl verbrannt werden oder es müsste die Kohlensäureausscheidung bei Verzehung von Fett sich zu der bei Verzehung von Stärkemehl stets wie 100 : 140 verhalten. Man liess dann ferner aus den Kohlehydraten Fett hervorgehen, aber Niemand hat angegeben oder sich nur eine Vorstellung davon gemacht, ob diese Fettbildung stets bei der Zersetzung der Kohlehydrate geschieht oder nur wenn dieselben in überschüssiger Menge dargereicht werden, und in welcher Quantität das Fett aus dem Stärkemehl entstehen soll; verhielten sich in dieser Beziehung ebenfalls 240 Stärkemehl wie 100 Fett, so müsste bei reichlicher Fütterung mit Kohlehydraten ein entsprechender Fettansatz leicht darzuthun sein, ähnlich wie wir bei Zufuhr von 350 Fett eine Ablagerung von 186 Fett am Körper constatirten.

Dass in Beziehung der Eiweisszersetzung 240 Stärkemehl sich nicht gleich verhalten wie 100 Fett, hat der eine von uns (V.)

früher schon besprochen.<sup>1)</sup> Darnach verringern erstens mehr Kohlehydrate stetig den Umsatz des Eiweisses, das Fett bewirkt dagegen in grösserer Menge gereicht bei gleichzeitigen geringen Gaben von Fleisch eine Zunahme des Eiweissumsatzes, bei mittleren Fleischgaben ein Gleichbleiben desselben, bei grösseren eine Herabsetzung; zweitens wirken auf die Eiweisszersetzung 240 Stärkemehl nicht wie 100 Fett, sondern gleiche Gewichtstheile Kohlehydrate wirken sogar mehr wie Fett, was von wesentlicher Bedeutung, namentlich für die Ernährung des Pflanzenfressers ist; derselbe braucht bei Verzehung von viel Kohlehydraten weniger Eiweiss in der Nahrung, um den Eiweissstand seines Körpers zu erhalten oder zu vermehren, als wenn er zu dem Eiweiss Fett geniessen würde.

Es ist demnach die Aufgabe dieser Abhandlung, zuzusehen, wie sich der Verbrauch der Kohlehydrate im Körper des Fleischfressers gestaltet, wenn sie mit Fleisch oder für sich allein gegeben werden; in welchen Quantitäten man sie geben muss, um den Körper auf seinem Bestande zu erhalten, und wie sie sich in dieser Beziehung zu dem Fette verhalten; und endlich, ob von den aufgenommenen Kohlehydraten wie von dem Fette ein Theil unzersetzt im Körper, z. B. als Fett, abgelagert werden kann und wie sich dann ein solcher Ansatz zu dem aus dem Fette der Nahrung verhält.

Die hierher gehörigen Versuche, bei denen der Umsatz des Eiweisses aus den stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten, der der übrigen Stoffe aus den Bestimmungen der durch Haut und Lungen abgegebenen gasförmigen Produkte erschlossen wurde, wurden an dem nämlichen grossen Hunde angestellt, der zu den früher mitgetheilten gedient hatte. Die Methoden sind in unseren früheren in dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlungen genauer angegeben.

Die nachfolgende Tabelle giebt zunächst eine chronologisch geordnete Uebersicht über die Ergebnisse der 27 Versuche.<sup>2)</sup> Die Hauptresultate der Versuche 1—19 und 25 sind schon früher in den Annalen der Chemie und Pharmacie (1862 Suppl.-Bd. II.) mitgetheilt worden.

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 431—451.

2) Die eingeklammerten Zahlen sind nicht direkt bestimmt, sondern auf schon früher angegebene Weise berechnet.

No.	Datum	Nahrung		Harn		Respiration						
		Fleisch	Kohlehydrat	Wasser	Menge	Harnstoff	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	H	CH <sub>4</sub>	O	
1	27. Febr. 1861.	400	250 St.	590	312	30.9	541.9	(730.0)	—	—	—	(489.7)
2	2. März 1861.	400	250 Z.	350	275	26.9	557.5	(720.9)	—	—	—	(484.7)
3	28. März 1861.	0	450 St.	405	309	33.6	545.7	(636.8)	—	—	—	(429.6)
4	30. März 1861.	800	450 St.	339	504	42.8	683.6	(821.3)	—	—	—	(474.2)
5	1. April 1861.	1800	700 St.	507	1885	105.7	850.8	(1240.5)	—	—	—	(611.2)
6	4. April 1861.	0	700 St.	699	392	13.8	547.1	—	—	—	—	—
7	5. Juni 1861.	0	200 St.	144	451	42.1	423.8	144.1	—	—	—	171.1
8	22. April 1862.	500	200 St.	150	350	41.8	410.8	988.6	—	—	—	393.2
9	27. April 1862.	500	200 St.	150	350	41.8	410.8	988.6	—	—	—	393.2
10	27. April 1862.	500	200 St.	150	350	41.8	410.8	988.6	—	—	—	393.2
11	2. Mai 1862.	500	200 St.	147	419	40.5	411.1	935.3	—	—	—	285.8
12	5. Mai 1862.	500	200 St.	169	396	40.5	436.7	905.4	—	—	—	282.0
13	8. Mai 1862.	500	200 Z.	0	389	38.0	538.5	218.8	—	—	—	398.8
14	11. Mai 1862.	500	200 Z.	0	398	40.2	483.1	124.4	—	—	—	213.9
15	14. Mai 1862.	500	200 Z.	0	398	40.2	483.1	124.4	—	—	—	213.9
16	17. Mai 1862.	500	200 Z.	0	418	37.5	418.7	290.7	—	—	—	202.2
17	21. Mai 1862.	500	200 St.	144	436	42.0	416.0	359.9	7.2	4.1	205.0	213.9
18	27. Mai 1862.	500	200 St.	164	392	34.7	420.6	205.2	5.2	6.3	240.9	258.7
19	30. Mai 1862.	500	200 St.	177	397	35.9	425.3	350.1	7.2	4.7	258.7	258.7
20	8. Juli 1862.	1500	200 St.	529	987	104.9	678.8	703.4	—	—	—	561.5
21	12. Juli 1863.	1500	200 St.	156	1041	104.8	678.8	703.4	—	—	—	561.5
22	18. Juli 1863.	400	400 St.	385	538	28.4	577.7	484.9	6.2	0	467.5	—
23	12. Juli 1873.	0	700 St.	1000	416	10.9	788.2	—	—	—	—	—
24	12. Juli 1873.	0	875 St.	1000	416	10.9	788.2	—	—	—	—	—
25	8. März 1861.	0	800 Brod.	964	410	21.3	590.3	(821.4)	—	—	—	(482.0)
26	23. Juli 1863.	0	900 Brod.	964	694	24.4	658.8	561.5	—	—	—	477.9
27	25. Juli 1863.	0	900 Brod.	853	918	24.7	605.5	480.7	—	—	—	522.2

Wir wollen bei der näheren Auseinandersetzung der Versuchsergebnisse wie früher nicht eine chronologische Reihenfolge einhalten, sondern mit den Fütterungsreihen mit den geringsten Fleischmengen beginnen und zu denen mit grösseren übergehen und dann die bei ausschliesslicher Stärkemehl-Darreichung und die bei Brodgenuss anreihen.

I. Aischnitt.

1) 400 Fleisch und 250 Stärkemehl.

Reihe vom 25.—28. Februar 1861.

Der Hund erhielt vom 25.—28. Februar 1861 während 3 Tagen je 400 Fleisch und 250 lufttrockenes Stärkemehl, nachdem eine Reihe vom 20.—25. Februar bei Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett vorausgegangen war, wobei am letzten Tage noch 50 Fleisch vom Körper abgegeben und 41 Fett angesetzt wurden, so dass das Thier dabei auf Kosten von 450 Fleisch und 159 Fett lebte.

In der Reihe vom 25.—28. Februar wurden folgende Harnstoff-Quantitäten entleert und folgende Fleischmengen zersetzt:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1.	30.9	438
2.	29.6	423
3.	30.8	436

Es wurde also immer noch etwas Fleisch vom Körper abgegeben wie in der vorausgehenden Reihe mit Fett, nur etwas weniger, da das Stärkemehl etwas mehr Eiweiss erspart als das Fett.

Am dritten Tage der Fütterung, den 27. Februar, kam der Hund in den Respiationsapparat, um auch etwas über die übrigen Zersetzungen zu erfahren. Es wurde zwar damals nur die Kohlensäure der Athemluft bestimmt; wir können jedoch daraus den Umsatz der kohlenstoffhaltigen Stoffe entnehmen und dann auch nach den früher gemachten Annahmen und Vorbehalten die Menge des zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthigen Sauerstoffs und die Abgabe von Wasserdunst berechnen.

Wir erhielten:

Datum	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harn- menge	Harn- stoff	Kohlensäure
27. Februar 1861	32,920	390	312	30,8	544,9
28. "	32,890				

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben ergibt:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	400,0	308,6	50,1	6,9	13,5	20,6
Stärke . . . . .	250,0	39,5	93,5	13,0	—	104,0
Fett . . . . .	10,2	—	7,8	1,2	—	1,2
Wasser . . . . .	390,0	390,0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	439,7	—	—	—	—	439,7
	1489,9	733,1	151,4	21,1	13,5	565,5
		81,5 H		81,5		651,6
		651,6 O		102,6		1217,1
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	312,0	271,8	8,7	2,3	14,4	10,3
Koth <sup>1)</sup> . . . . .	33,0	22,2	4,8	0,7	0,5	3,4
Respiration . . . . .	1267,9	723,0	148,6	—	—	396,3
	1612,9	1017,0	162,1	3,0	14,9	410,0
		113,0 H		113,0		904,0
		904,0 O		116,0		1314,0
Differenz =	- 123,0	—	- 10,7	- 13,4	- 1,3	- 96,9

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	162,1	116,0	14,9	874,3	6,0
in 439,5 Fleisch . . . . .	54,7	44,4	14,9	317,0	5,7
in 250,0 Stärke . . . . .	93,5	17,4	0	139,0	0
in 10,2 Fett (der Nahrung)	7,8	1,2	0	1,2	0
in 7,9 Fett (vom Körper)	6,1	1,0	0	0,9	0
Rest Wasser . . . . .	0	+ 52,0	0	+ 416,2	+ 0,3

Sauerstoff berechnet: 439,7.

1) Es wurden für die 3 Tage 99,1 frischer = 32,3 trockener Koth abgezogen.

Darnach fanden folgende Veränderungen am Körper statt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff am Körper nötig
436	- 36	210	18	- 8	- 107	410

Das dargereichte Stärkemehl wurde demnach ganz zersetzt und dafür weniger Fett vom Körper hergegeben, als wenn 400 Fleisch allein dargereicht worden wären. Mit 400 Fleisch und 211 trockener Stärke (mit 10 Fett) erhält sich unser Hund nicht ganz auf seiner Zusammensetzung, er giebt noch von seinem eigenen Fleische (36 Grm.) und von dem in ihm befindlichen Fette (8 Grm.) ab. Zur Erhaltung hätte man daher etwas mehr Fleisch und etwas mehr Stärkemehl füttern müssen.

Da dieser Reihe eine andere bei Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett vorausging, so kann man hier die Wirkungen des Fettes und des Stärkemehls der Nahrung gut mit einander vergleichen.

Wir erhielten nämlich:

Nahrung	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Sauerstoff nötig
{ 400 Fleisch . . . . .	- 50	+ 41	586
{ 200 Fett . . . . .			
{ 400 Fleisch . . . . .	- 36	- 8	440
{ 210 Stärke . . . . .			

Der Hund hätte im ersten Falle mit etwa 500 Fleisch und 159 Fett ausgereicht und im zweiten mit etwa 480 Fleisch und 235 Stärkemehl; oder für die Vorgänge im Thierkörper leisteten 148 Theile Stärkemehl die gleichen Dienste wie 100 Theile Fett. Die zur völligen Verbrennung nötige Menge Sauerstoff war in den beiden Reihen nicht die gleiche, sondern sie betrug bei der Fettfütterung 586 Grm., bei der Stärkemehlfütterung nur 440 Grm. Die Kohlensäureausscheidung fiel bei letzterer sogar geringer aus als bei ersterer.

Wir haben früher<sup>1)</sup> schon darauf aufmerksam gemacht, dass

1) Diese Zeitschrift 1873, Bd. IX S. 4.

bei dieser Reihe der Verbrauch an stickstofffreien Stoffen ein bedeutender ist, da der Körperzustand des Thieres durch die der Fettreihe vorausgehende Fütterung mit gemischter Kost und mit 1800 Fleisch ein sehr guter war, und da namentlich durch das gemischte Fressen und die fünfzügige Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Fett eine reichliche Ablagerung von Fett stattgefunden hatte.

2) 400 Fleisch und 250 Traubenzucker.

Reihe vom 28. Februar bis 3. März 1861.

Nach Vollendung der Reihe mit 400 Fleisch und 250 Stärkemehl wurden dem Thiere während 3 Tagen (vom 28. Februar bis 3. März) je 400 Fleisch und 250 krystallisirter Traubenzucker (= 227.3 trocken) gegeben, um zu sehen, ob der letztere die gleichen Erfolge im Körper nach sich zieht wie das im Darne in Traubenzucker übergehende Stärkemehl.

Am dritten Tage der Fütterung, am 2. März, wurde im Respirationsapparate die Ausscheidungsgrösse der Kohlensäure bestimmt; wir fanden:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
2. März	32,650	350	276	26,9	537,8
3. "	32,550				

Darnach berechnen sich als Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	400.0	303.6	50.1	6.9	13.6	20.6
Zucker . . . . .	250.0	22.7	90.9	15.2	—	121.2
Wasser . . . . .	350.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	434.7	—	—	—	—	—
	1434.7	676.3	141.0	22.1	13.6	576.5
		75.1 H		75.1		601.2
		601.2 O		97.2		1177.7

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	276.0	240.9	7.6	2.0	12.6	4.0
Koth <sup>1)</sup> . . . . .	38.7	26.2	5.4	0.8	0.8	1.7
Respiration . . . . .	1258.7	720.9	146.6	—	—	391.2
	1573.4	988.0	159.6	2.8	13.4	401.9
		109.8 H		109.8		878.2
		878.2 O		112.6		1280.1
Differenz =	-138.7	—	-18.6	-15.4	+0.2	-102.4
						-2.6

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	159.6	112.6	13.4	845.4	7.8
in 392.9 Fleisch . . . . .	49.2	39.9	13.4	285.3	5.1
in 250.0 Zucker . . . . .	90.9	17.7	0	141.4	0
in 22.5 Fett (vom Körper)	19.5	3.0	0	3.0	0
Rest Wasser . . . . .	0	+51.9	0	+415.7	+2.7

Sauerstoff berechnet: 431,7.

Es wurde also im Körper zersetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
393	+ 7	227	25	- 25	- 115	435

Der Kohlenstoff des von dem Thiere verzehrten und in die Säfte aufgenommenen Traubenzuckers verschwand im Verlaufe von 24 Stunden ganz aus dem Körper und dafür büsste letzterer weniger Fett ein, als wenn ausschliesslich 400 Fleisch dargereicht worden wären.

Mit 400 Fleisch und 227 trockenem Traubenzucker erhielt sich der Hund nicht; er verlor zwar kein Fleisch mehr, sondern setzte 7 Grm. davon an, aber er gab immer noch 25 Grm. von seinem Fettvorrathe ab.

1) Es wurden für die 3 Tage 116.0 frischer = 37.5 trockener Koth abgezengt.



Die Zusammenstellung der Umsetzungen bei Fütterung mit Stärkemehl und Traubenzucker thut dar, dass letzterer sich im Thierkörper ebenso verhält wie das erstere.

Nahrung	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Kohlhydrat zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper	Sauerstoff nöthig
400 Fleisch 211 Stärke 10 Fett	436	- 86	211 St.	18	- 8	440
400 Fleisch 227 Zucker 0 Fett	393	+ 7	227 Z.	25	- 25	435

Da aus 211 Stärke 233 Traubenzucker entstehen, so sollten die Resultate der beiden Versuche die gleichen sein; in der That sind die Differenzen so gering, dass sie nahezu in die Fehlerquellen fallen. Der Sauerstoffverbrauch ist der nämliche, die Fettabgabe ist nur wenig verschieden. Im Uebrigen gelten die Bemerkungen, welche bei Darlegung der Resultate des vorigen Versuches gemacht worden sind.

3) 400 Fleisch und 400 Stärkemehl.

Reihe vom 13.—20. Juli 1863.

Vom 8.—13. Juli war der Hund mit 1500 Fleisch und 200 Stärkemehl gefüttert worden und er hatte dabei, wie wir unten S. 477 darthun werden, alles Stärkemehl zersetzt und sich nahezu im Stoffgleichgewichte erhalten. Darauf folgte nun die sieben-tägige Reihe (vom 13.—20. Juli), in welcher das Thier täglich 400 Fleisch und 400 Stärkemehl erhielt. Es wurden dabei an Harnstoff ausgeschieden und an Fleisch zersetzt:

Harnstoff	Fleischumsatz
1) 42.8	611
2) 36.6	525
3) 31.6	456
4) 31.0	447
5) 33.4	482
6) 28.4	413
7) 31.1	449

Da der Körper des Thieres sich vorher mit viel Fleisch (unter Zusatz von Stärkemehl) nahezu ins Stoffgleichgewicht gesetzt hatte, so wurde jetzt hier nach bekannten Regeln Fleisch vom Körper

abgegeben und zwar in den ersten Tagen mehr als in den späteren; aber auch zuletzt war noch nicht der Punkt gekommen, wo das Stickstoffgleichgewicht mit 400 Fleisch sich hergestellt hatte.

Den sechsten Tag der Fütterung, den 18. Juli, verbrachte der Hund im Respirationapparate zur Bestimmung der gasförmigen Zeretzungsprodukte.

Wir erhielten dabei:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure	Wasser	H	CH <sub>4</sub>	Sauerstoff auf
18. Juli	31.515	385	538	28.4	577.7	484.9	5.2	0	467.5
19. "	31.566								

Zerlegen wir die Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente, so ergibt sich:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	400.0	303.6	50.1	6.9	13.6	20.6
Stärke . . . . .	400.0	56.3	152.7	21.2	—	169.7
Fett . . . . .	5.6	—	4.3	0.7	—	0.7
Wasser . . . . .	385.4	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	467.5	—	—	—	—	467.5
	1658.5	745.3	207.1	28.8	13.6	658.5
		82.8 H		82.8		662.5
		662.5 O		111.6		1821.0
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	538.0	501.9	8.9	2.1	13.3	7.5
Haare . . . . .	1.7	(1.7)	—	—	—	—
Koth <sup>1)</sup> . . . . .	54.4	40.4	7.9	1.2	0.8	2.5
Respiration . . . . .	1067.8	484.9	157.5	5.2	—	420.2
	1661.9	1028.9	174.3	8.5	14.1	430.2
		114.3 H		114.3		914.6
		914.6 O		122.8		1844.5
Differenz =	- 3.4	—	+ 32.8	- 11.2	- 0.5	- 23.8

1) Es wurden für die 7 Tage 88<sup>0</sup>,6 frischer = 98.4 trockener Koth abgegrenzt.

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . .	174,3	122,8	14,1	877,2	6,1
in 418,2 Fleisch . . .	51,7	42,0	14,1	300,1	5,4
in 400,0 Stärke . . .	152,7	27,5	—	219,8	0
in 39,5 Fett aus zersetztem Fleisch an . . .	30,2	4,7	0	4,6	0
Rest Wasser . . . . .	0	— 58,0	0	— 362,0	— 0,7
				nach H = 464,0	

Sauerstoff berechnet: 381,6.  
Sauerstoff auf: 467,5 (+ 22%).

Das nächste Resultat des Versuches ist, dass sich in den Ausgaben 30,2 Kohlenstoff weniger befinden als in der eingeführten Stärke und dem zerspaltenen Fleische, welche also im Körper in irgend einer Form abgelagert worden sind. Dieser Kohlenstoff könnte herrühren von dem Stärkemehl oder von dem zersetzten und nicht ganz oxydirten Fleische. Der Kohlenstoff des Stärkemehls könnte theilweise in Stoffe übergehen, welche für gewöhnlich nicht im Körper sich anhäufen, sondern noch weiter oxydirt werden, aber in der gegebenen Zeit nicht bis in die Ausscheidungsprodukte verwandelt worden sind, oder er könnte in stickstofffreie Substanzen eintreten, welche im Organismus sich vorfinden, wie z. B. in Milchsäure, glycogene Substanz, Zucker, Fett. Da aber das Stärkemehl vor dem Versuche schon seit 10 Tagen gegeben worden war, so müssten die Stoffe der ersten Gruppe sich in grosser Menge im Körper ansammeln und unvermeidlich Störungen eintreten. Wir wissen ferner auch nichts davon, dass sich die Stoffe der zweiten Gruppe, mit Ausnahme des Fettes, also Milchsäure, glycogene Substanz etc. etc. durch Stärkemehlfütterung Tag für Tag im Körper in erheblicher Menge anhäufen, wenn auch nicht gelegnet werden soll, dass möglicherweise durch die Kohlehydrate der Nahrung die Quantität der genannten, normal im Körper vorkommenden stickstofffreien Stoffe etwas vermehrt werden kann. Ob endlich aus den Kohlehydraten im Thierkörper Fett hervorgeht, ist nicht erwiesen, sicher ist aber aus unseren Versuchen, dass sie leichter bis zu Kohlen säure und Wasser zerfallen als das Fett; da nun neben dem

Stärkemehl in unserem Versuche noch etwas Fett dargereicht worden ist und aus dem Fleische (oder vielmehr dem Eiweisse) bei der Zersetzung immer Fett entsteht, wie wir nachgewiesen haben, so ist es vorläufig am wahrscheinlichsten anzunehmen, dass der nicht ausgeschiedene Kohlenstoff im Körper als Fett, welches aus dem Fette der Nahrung und dem aus dem Eiweisse hervorgegangenen Fette stammt, abgelagert worden ist.

Wir wollen gleich hier einen Gesichtspunkt hervorheben, den wir später noch weiter verfolgen werden, nämlich wie weit der in der Nahrung gereichte, aber binnen 24 Stunden nicht ausgeschiedene Kohlenstoff als Fettansatz und zwar als ein aus dem zersetzten Eiweisse und nicht aus den Kohlehydraten hervorgegangener gedeutet werden kann. Nach schon früher angestellten Betrachtungen kann man annehmen, dass aus 100 trockenem Eiweiss 51,4 Fett entsteht, aus 100 frischem Fleisch mit 22 Eiweiss also 11,22 Fett, so dass der Fettansatz in einem Tage, wenn er neben dem bereits in der Nahrung enthaltenen Fette keine andere Quelle als das in Zerfall kommende Eiweiss hat, nie mehr als 11% der zersetzten Fleischmenge ausmachen darf. Zur Prüfung dieses Gesichtspunktes geben die Fütterungen mit Fleisch und Stärke und mit Stärke allein wohl die beste Gelegenheit. Wenn nämlich bei allen unseren Versuchen mit Kohlehydratfütterung die genannten Quellen stets ausreichen und auch bei den grössten Mengen der Kohlehydrate der Nahrung diese niemals zu Hälfte genommen werden müssen oder sogar der zurückgehaltene Kohlenstoff in einer gewissen Beziehung zur Quantität des zersetzten Eiweisses steht, so gewinnt unsere Annahme ausserordentlich an Wahrscheinlichkeit. Wir wollen daher für jetzt diese Annahme machen, und werden dann später bei der Betrachtung aller Versuche auf diesen Gegenstand zurückkommen, um dann einen bestimmten Entscheid zu treffen. Darnach würde im Körper Folgendes vor sich gegangen sein:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nötig
			Nahrung	Eiweiss			
413	— 13	344	+ 6	+ 39	+ 38	467	382

Es wurde also unter diesem Regime etwas Fleisch vom Körper noch abgegeben, dagegen Fett in etwas grösserer Menge angesetzt. Die ansehnliche Quantität von Stärkemehl wurde ganz zersetzt. Zur Erhaltung des Körperzustandes hätte man daher ein wenig mehr Fleisch und weniger Stärkemehl bedurft.

Vergleicht man das Resultat dieses Versuches bei Darreichung von 400 Fleisch und 344 trockenem Stärkemehl mit dem der vorher besprochenen Versuche, nämlich dem bei 400 Fleisch und 210 Stärke und dem bei 400 Fleisch und 200 Fett, wobei wir allerdings voraussetzen müssen, dass der Körperzustand des Thieres nicht sehr verschieden war, so erhalten wir:

Nahrung	Fleisch zersetzt	Kohlehydrat zersetzt	Fett zersetzt	Fett am Körper
1) 400 Fleisch, 210 Stärke, 10 Fett	436	210	18	- 8
2) 400 Fleisch, 344 Stärke, 6 Fett	413	344	0	+ 45
3) 400 Fleisch, 200 Fett . . . . .	450	0	159	+ 41

Das Plus von 134 trockenem Stärkemehl im zweiten Versuche hat also bewirkt, dass etwas weniger Fleisch (5.7 Grm. trockene Substanz) vom Körper hergegeben und dabei Fett aus der Nahrung und dem zersetzten Eiweisse angesetzt worden ist, während beim ersten Versuche solches zerstört wurde. Beim dritten Versuche wurde für die stickstofffreien Stoffe durch 200 Fett nahezu das Gleiche geleistet wie durch 344 trockenes Stärkemehl, d. h. 100 Fett thaten die nämlichen Dienste wie 172 Stärkemehl. Der Vergleich der Reihe bei 400 Fleisch und 400 Stärke mit der vorausgehenden bei 1500 Fleisch und 200 Stärke soll bei Betrachtung der letzteren angestellt werden.

Wir müssen annehmen, dass in diesem Falle aus 413.2 zersetztem Fleische 39.5 Fett, d. i. 10%, abgelagert worden sind, während 11% daraus entstehen können. Es ist daher die von uns erhaltene Zahl (10%) durchaus keine unwahrscheinliche.

## II. Abschnitt.

## 1) 500 Fleisch und 200 Stärkemehl.

Reihe vom 17. April bis 8. Mai 1862.

Dieser Reihe war eine 13tägige Fütterung mit 1500 Fleisch vorausgegangen, wobei der Hund schliesslich nahezu im Stoffgleichgewichte sich befand; er setzte nur aus dem zersetzten Eiweisse etwas Fett an.<sup>1)</sup> Darauf folgte vom 17. April bis 8. Mai während 21 Tagen die Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl, wobei folgende Harnstoffmengen ausgeschieden wurden:

Harnstoff	
1)	51.1
2)	40.1
3)	40.5
4)	42.5
5)	42.9
6)	42.2
7)	42.5
8)	43.3
9)	41.5
10)	40.9
11)	41.8
12)	38.2
13)	41.4
14)	38.6
15)	39.3
16)	40.5
17)	37.9
18)	40.0
19)	40.6
20)	40.1
21)	40.7

Dem Stickstoffgehalte des täglich verzehrten Fleisches entsprechen 37.5 Harnstoff; es ist also hier bis zum letzten Tage noch nicht das Stickstoffgleichgewicht eingetreten. In der ganzen Reihe verlor dadurch der Körper des Thieres 1576 Fleisch.

Während dieser Zeit wurden 5 Respirationversuche angestellt, und zwar am 22., 27. und 30. April und am 2. und 5. Mai, d. i. am 6., 11., 14., 16. und 19. Tage der Fütterung; sie ergaben als Hauptresultate:

1) Siehe diese Zeitschrift 1871 Bd. VII S. 477.

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harn- getrunkenmenge	Harn- stoff <sup>1)</sup>	Kohlen- säure	Wasser-	Sauer- stoff
22. April	30,590	144	451	42,1	423,8	144,1	171,1
23. "	30,592						
27. "	30,040	159	390	41,8	410,6	368,6	398,2
28. "	30,127						
30. "	30,010	141	394	38,6	407,9	198,3	265,8
1. Mai	30,122						
2. "	29,970	147	419	40,5	411,1	205,4	262,8
3. "	30,051						
5. "	30,000	169	396	40,6	426,7	305,4	282,0
6. "	30,028						

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben der fünf Versuche führt zu folgenden Werten:

a) Den 22. April:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500,0	379,5	62,6	8,7	17,0	25,8
Stärke . . . . .	200,0	33,0	74,2	10,3	—	82,5
Fett . . . . .	5,6	—	4,3	0,7	—	0,6
Wasser . . . . .	144,0	144,0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	171,1	—	—	—	—	171,1
	1020,7	556,5	141,1	19,7	17,0	280,0
		61,8 H		61,8		494,7
		494,7 O		81,5		774,7
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	450,8	397,1	13,2	3,1	19,7	11,1
Koth . . . . .	23,5	15,9	3,8	0,6	0,3	1,2
Respiration . . . . .	467,9	144,1	115,6	—	—	308,2
	1042,2	557,1	132,6	3,7	20,0	320,5
		61,9 H		61,9		495,2
		495,2 O		65,6		815,7
Differenz =	- 21,5	—	+ 8,5	+ 15,9	- 3,0	- 41,0

1) Es wurden für die 21 Tage 493,7 frischer = 159,9 trockener Koth mit 3,88 und 3,71% N und 23,76% Asche abgezogen.

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	182,6	65,5	20,0	644,6	8,4
in 587,1 Fleisch . . . . .	73,5	58,7	20,0	426,3	7,6
in 200,0 Stärke . . . . .	74,2	14,0	0	111,8	0
in 19,8 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	15,1	2,4	—	2,3	—
Rest Wasser . . . . .	0	+ 5,8	0	— 108,7	- 0,7
				nach H = - 146,4	

Sauerstoff berechnet = 326,2  
Sauerstoff auf = 171,1 (- 52%)

In den Ausgaben sind 15,1 Kohlenstoff weniger enthalten als in der eingenommenen Stärke und dem zersetzten Fleische, welche demnach im Körper zurückgeblieben sind; wir nehmen daher wie früher einstweilen an, dass sie aus dem zersetzten Eiweisse stammen. Wir erhalten also folgende Aenderungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
587	- 87	167	+ 6	+ 20	- 16	171

Der Körper verlor demnach bei 500 Fleisch und 167 trockenem Stärkemehl noch 87 Fleisch, er setzte aber 26 Fett aus der Nahrung und dem zersetzten Eiweisse an. Mit 500 Fleisch allein wird niemals Fett aufgespeichert, sondern es wird dabei, wie unsere Versuche an dem gleichen Hunde ergaben,<sup>1)</sup> stets noch Fett (47 Grm.) vom Körper abgegeben. Es sind hier aus 587 zersetztem Fleische 20 Fett = 3% angesetzt worden.

1) Diese Zeitschrift 1871 Bd. VII. S. 444.

b) Den 27. April:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	4.9	—	8.1	0.5	—	0.5
Wasser . . . . .	159.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	393.2	—	—	—	—	393.2
	1256.2	571.5	139.9	19.5	17.0	501.9
		63.5 H		63.5		508.0
		508.0 O		88.0		1009.9
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	390.0	336.7	13.1	3.0	19.5	11.0
Koth . . . . .	23.5	15.9	3.3	0.6	0.3	1.2
Respiration . . . . .	779.2	368.6	111.9	—	—	298.6
	1192.7	721.2	128.8	3.6	19.8	310.8
		80.1 H		80.1		641.1
		641.1 O		83.7		951.9
Differenz =	+ 63.5	—	+ 11.1	- 0.8	- 2.8	+ 58.0
		C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .		128.8	83.7	19.8		558.7
in 652.6 Fleisch . . . . .		72.9	59.2	19.8		423.0
in 200.0 Stärke . . . . .		74.2	14.0	0		111.8
in 24.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .		18.4	2.9	0		2.8
Rest Wasser . . . . .		0	- 13.4	0		- 26.6
						und H = 107.2

Sauerstoff berechnet = 312.4  
Sauerstoff auf = 393.2 (+ 26%)

Der Verbrauch im Körper stellt sich also wie folgt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiß		
583	- 83	167	+ 4	+ 24	+ 55	393

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei dem vorigen Versuche. Aus dem zersetzten Fleische wurden 4% Fett angesetzt.

e) Den 30. April:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	5.4	—	4.1	0.6	—	0.6
Wasser . . . . .	141.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	295.8	—	—	—	—	295.8
	1112.2	553.5	140.9	19.6	17.0	374.6
		61.5 H		61.5		492.0
		492.0 O		81.1		866.6
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	391.0	344.8	12.1	2.8	18.0	10.2
Koth . . . . .	23.5	15.9	3.8	0.6	0.3	1.2
Respiration . . . . .	696.2	198.3	111.2	—	—	296.7
	1023.7	559.0	127.1	3.4	18.3	308.1
		62.1 H		62.1		496.9
		493.9 O		65.5		805.0
Differenz =	+ 88.5	0	13.8	+ 15.6	- 1.3	+ 61.6

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	127.1	63.5	18.3		7.8
in 539.1 Fleisch . . . . .	67.5	54.5	18.3		391.5
in 200.0 Stärke . . . . .	74.2	14.0	0		111.8
in 19.1 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	14.6	2.3	0		2.2
Rest Wasser . . . . .	0	+ 1.0	0		- 38.1
					und H = + 8.0

Sauerstoff berechnet = 311.9  
Sauerstoff auf = 295.8 (- 17%)

Es wurde also an diesem Tage im Körper zersetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiß		
539	- 39	167	+ 5	+ 19	+ 74	266

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei den beiden vorausgehenden Versuchen. Aus dem zersetzten Fleische wurden 3% Fett angesetzt.

d) Den 2. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.8
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	5.5	—	4.2	0.7	—	0.6
Wasser . . . . .	147.0	147.0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	262.8	—	—	—	—	262.8
	1115.3	559.5	141.0	19.6	17.0	371.7
		62.2 H		62.2		497.8
		497.3 O		81.8		869.0
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	417.8	366.2	12.7	2.9	18.9	10.7
Koth . . . . .	23.5	15.9	3.8	0.6	0.8	1.2
Respiration . . . . .	616.5	205.4	112.1	—	—	298.9
	1057.8	587.5	128.6	3.5	19.2	310.8
		65.3		65.3		522.2
		522.2		68.8		833.0
Differenz:	+ 57.5	—	+ 12.4	+ 13.0	- 2.2	+ 36.0
						- 1.6

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	128.6	68.8	10.2	570.2	8.1
in 563.8 Fleisch . . . . .	70.6	57.3	19.2	469.4	7.3
in 200.0 Stärke . . . . .	74.2	14.9	0	111.8	0
in 21.2 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	16.2	2.5	0	2.5	0
Rest Wasser . . . . .	0	0	0	- 51.4	- 0.8
				sub H=0	

Sauerstoff berechnet = 314.0  
Sauerstoff auf = 262.8 (- 19%)

Darnach gestalten sich die Zersetzungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiß		
564	- 64	167	+ 6	+ 21	+ 46	263

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei den drei vorhergehenden Versuchen. Aus dem zersetzten Fleische wurden 4% Fett angesetzt.

e) Den 5. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	5.0	—	3.8	0.6	—	0.6
Wasser . . . . .	169.0	169.0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	282.0	—	—	—	—	282.0
	1156.0	651.5	140.6	19.6	17.0	390.8
		64.6 H		64.6		516.9
		516.9 O		84.2		907.7

	H <sub>2</sub> O	C	H	N	O	Asche	
Ausgaben:							
Harn . . . . .	305.9	344.2	12.7	2.9	18.9	10.7	6.3
Koth . . . . .	23.5	15.9	3.8	0.6	0.5	1.2	1.8
Respiration . . . . .	732.1	305.4	116.3	—	—	310.4	—
	1151.5	665.5	132.8	3.5	19.2	322.3	8.1
		73.9 H		73.9		591.6	
		591.6 O		77.4		918.9	
Differenz:	+ 4.5	—	+ 7.8	+ 6.8	- 2.2	- 6.2	- 1.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch . . . . .	132.8	77.5	19.2	631.8	8.1
in 565.3 Fleisch . . . . .	70.8	52.5	19.2	370.8	7.3
in 200.0 Stärke . . . . .	74.2	14.0	0	111.8	0
in 16.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	12.2	1.9	0	1.9	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 12.9	0	- 151.1	- 0.8

Sauerstoff berechnet = 329.7  
 Sauerstoff auf = 282.0 (- 17%)

Wir erhalten demnach folgende Veränderungen im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiss		
565	- 65	167	+ 5	+ 16	+ 1	282

Das Resultat ist im Allgemeinen das gleiche wie bei den vier vorhergehenden Versuchen. Aus dem zersetzten Fleische wurden 3% Fett angesetzt.

Wir stellen nun die Werthe obiger 5 Versuche, bei denen täglich 500 frisches Fleisch und 167 trockenes Stärkemehl zugeführt wurden, des leichteren Vergleiches halber, übersichtlich zusammen:

	Fleisch zersetzt am Körper	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nötig
				Nahrung	Eiweiss			
a) 587	- 87	167	+ 6	+ 20	- 16	171	326	
b) 583	- 83	167	+ 4	+ 24	+ 55	393	312	
c) 539	- 39	167	+ 5	+ 19	+ 74	266	312	
d) 564	- 64	167	+ 6	+ 21	+ 46	263	314	
e) 565	- 65	167	+ 5	+ 16	+ 1	282	330	
Mittl: 568	- 68	167	+ 5	+ 20	+ 32	275	319	

Im Mittel wurden demnach im Tage 68 Fleisch mehr zerfällt, als in dem Futter enthalten war, aber es wurden dagegen 20 Fett (= 3%) aus dem zersetzten Fleische nicht weiter oxydirt, sondern angesetzt. Zur Erhaltung des Körpers hätte es also etwas mehr Fleisch und etwas weniger Stärkemehl bedurft.

Die Vergleichung der Resultate dieser Reihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl mit der vorausgehenden bei 1500 Fleisch und den folgenden bei 500 Fleisch und 200 Traubenzucker und bei 500 Fleisch und 200 Fett soll später angestellt werden.

2) 500 Fleisch und 200 Traubenzucker.

Reihe vom 8.—21. Mai 1862.

Auf die eben vorher näher betrachtete Versuchsreihe bei Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Stärkemehl folgte diese 13tägige Reihe bei Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Traubenzucker, welche abermals eine willkommene Gelegenheit bietet, die Wirkungen des Stärkemehls und des Traubenzuckers mit einander zu vergleichen. Es erschienen dabei folgende Harnstoffmengen:

Harnstoff	
1)	38.0
2)	36.4
3)	39.7
4)	40.2
5)	37.2
6)	38.7
7)	37.3
8)	38.3

Harnstoff	
9)	37.1
10)	37.5
11)	35.8
12)	39.0
13)	38.3

Während der 13 Tage büßte der Hund noch 20.2 Stickstoff, d. i. 594 frisches Fleisch ein; der Körper befand sich also, der reichlichen Zugabe von Kohlehydraten halber, immer noch nicht ganz im Stickstoffgleichgewichte.

An 4 Tagen wurde das Thier in den Respirationsapparat gebracht, nämlich am 8., 11., 14. und 17. Mai, wobei als Hauptresultate erhalten wurden:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff <sup>1)</sup>	Kohlensäure	Wasser	Sauerstoff
8. Mai	29.880	0	389	38.0	538.5	218.8	368.8
9. "	29.801						
11. "	30.080	0	396	40.2	403.1	124.4	215.9
12. "	30.071						
14. "	29.990	0	384	37.3	410.9	328.9	233.7
15. "	29.791						
17. "	30.090	0	418	37.8 <sup>2)</sup>	413.7	220.7	202.2
18. "	29.828						

Bei der Auseinandersetzung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben ergibt sich:

a) Den 8. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . . 500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Zucker . . . . . 200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0	—
Sauerstoff . . . . . 368.8	—	—	—	—	368.8	—
1068.8	397.7	135.3	20.8	17.0	491.5	6.5
	44.2 H		44.2		353.5	
	353.5 O		65.0		845.0	

1) Es wurden für die 13 Tage 368.8 frischer — 102.8 trockener Koth mit 4.67% N und 29.41% Asche abgegrenzt.  
2) An diesem Tage wurden 111.7 Koth entleert.

	HO	C	H	N	O	Asche	
<b>Ausgaben:</b>							
Harn . . . . . 390.5	342.1	11.9	2.8	17.7	10.0	5.9	
Koth . . . . . 28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1	2.3	
Respiration . . . . . 757.3	218.8	146.8	—	—	391.6	—	
1176.1	581.3	162.3	3.3	18.1	402.7	8.2	
	64.6 H		64.6		516.7		
	516.7 O		67.9		919.4		
Differenz:	- 107.3	—	- 27.0	- 2.9	- 1.1	- 74.4	- 1.7

	C	H	N	O	Asche
<b>Gesamtvverbrauch . . . . .</b>	162.3	67.9	18.1	450.7	8.2
in 532.1 Fleisch . . . . .	66.6	54.1	18.1	386.4	6.9
in 200.0 Zucker . . . . .	72.7	14.1	0	118.1	0
in 30.0 Fett (vom Körper)	22.9	3.6	0	3.5	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 3.9	0	+ 47.8	- 1.3
				und H = - 31.2	

Sauerstoff berechnet = 447.5  
Sauerstoff auf = 368.8 (- 21%)

Dies führt zu folgenden Aenderungen am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
532	- 32	182	- 30	- 70	369

b) Den 11. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . . 500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Zucker . . . . . 200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0	—
Sauerstoff . . . . . 215.9	—	—	—	—	215.9	—
915.9	397.7	135.3	20.8	17.0	388.6	6.5
	44.2 H		44.2		353.5	
	353.5 O		65.0		692.1	



	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	397.4	346.2	12.6	2.9	18.8	10.6
Koth . . . . .	28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1
Respiration . . . . .	527.5	124.4	109.9	—	—	293.1
	953.2	491.0	126.1	3.4	19.1	304.8
		54.6 H				436.4
		436.4 O		58.0		741.2
Differenz =	- 37.3	—	+ 0.2	+ 7.0	- 2.1	- 49.1

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	126.1	58.0	19.1	525.4	8.6
in 562.6 Fleisch . . . . .	70.4	57.2	19.1	408.5	7.9
in 200.0 Zucker . . . . .	72.7	14.1	0	113.1	0
in 22.4 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	17.1	2.7	0	2.6	0
Rest Wasser . . . . .	0	+ 10.6	0	- 6.3	- 1.3
				nach H = + 8.1	

Sauerstoff berechnet = 307.3  
 Sauerstoff auf = 215.9 (- 42%).

Daraus erhält man:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
563	- 63	182	+ 22	- 45	216

e) Den 14. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7
Zucker . . . . .	200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0
Sauerstoff . . . . .	233.7	—	—	—	—	233.7
	933.7	397.7	135.3	20.8	17.0	356.4
		44.2 H				353.5
		353.5 O		65.0		709.9

	C	H	N	O	Asche
<b>Ausgaben:</b>					
Harn . . . . .	383.9	336.4	11.7	2.7	17.4
Koth . . . . .	28.3	20.4	3.6	0.5	0.4
Respiration . . . . .	748.8	328.9	114.5	—	—
	1161.0	685.7	129.8	3.2	17.8
		76.2 H		76.2	
		609.5 O		79.4	
Differenz =	- 227.3	—	+ 5.5	- 14.4	- 0.8

	C	H	N	O	Asche
Gesamtumsatz . . . . .	129.8	79.4	17.8	692.0	8.1
in 523.2 Fleisch . . . . .	65.5	53.2	17.8	379.9	6.8
in 200.0 Zucker . . . . .	72.7	14.1	0	113.1	0
in 11.1 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	8.5	1.3	0	1.3	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 13.4	0	- 20.2	- 1.3
				nach H = 107.4	

Sauerstoff berechnet = 326.5  
 Sauerstoff auf = 233.7 (- 39%).

Wir entnehmen aus diesen Zahlen folgenden Umsatz:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
523	- 23	182	+ 11	- 222	234

d) Den 17. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asehe
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7
Zucker . . . . .	200.0	18.2	72.7	12.1	—	97.0
Sauerstoff . . . . .	202.2	—	—	—	—	202.2
	902.2	397.7	135.3	20.8	17.0	324.9
		44.2 H		44.2		353.5
		353.5 O		65.0		678.4
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	418.1	370.0	11.8	2.8	17.6	10.9
Koth . . . . .	28.3	20.4	3.6	0.5	0.4	1.1
Respiration . . . . .	634.4	220.7	112.9	—	—	309.8
	1080.8	611.1	128.3	3.3	18.0	311.9
		67.9 H		67.9		543.2
		543.2 O		71.2		855.1
Differenz =	- 178.6	—	+ 7.0	- 6.2	- 1.0	- 176.7

	C	H	N	O	Asehe
Gesamtverbrauch . . . . .	128.3	71.2	18.0	652.8	8.2
in 529.7 Fleisch . . . . .	66.3	53.8	18.0	384.6	6.9
in 200.0 Zucker . . . . .	72.7	14.1	0	113.1	0
in 14.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	10.7	1.7	0	1.6	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 4.9	0	- 156.7	0

Sauerstoff berechnet = 320.1  
Sauerstoff auf = 202.2 (- 58%)

Die Änderungen im Körper sind folgende:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
530	- 30	182	+ 14	- 172	202

Die Zusammenstellung der 4 Versuche bei Zufuhr von 500 frischem Fleisch und 182 trockenem Traubenzucker im Tage ergibt:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Zucker zersetzt	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nötig
a)	532	- 32	182	(- 30)	- 70	369	447
b)	563	- 63	182	+ 22	- 45	216	307
c)	523	- 23	182	+ 11	- 222	234	326
d)	530	- 30	182	+ 14	- 172	202	320
Mittel:	537	- 37	182	+ 16	- 127	255	350

Im Mittel werden bei dieser Reihe im Tage immer noch 37 Fleisch vom Körper abgegeben. Mit Ausnahme des ersten Tages findet sich in den Ausgaben etwas weniger Kohlenstoff, als in dem zersetzten Fleische und dem eingeführten Zucker enthalten ist. Es kommt nicht selten vor, dass der Hund am ersten Tage einer neuen Fütterung unruhiger ist und häufig bellt, woraus sich dann auch die an solchen Tagen öfters auftretende, auffallend grosse Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, wie sie auch hier erscheint, erklärt. An den drei letzten Versuchen entspricht der Kohlenstoffansatz einer mittleren Aufspeicherung von 16 Fett im Tage, aus dem zerfallenen Eiweiße herrührend. Aus dem zersetzten Fleische wurden 3% Fett abgelagert.

Um den Körper auf seinem Zustande zu erhalten, wäre also etwas mehr Fleisch und etwas weniger Traubenzucker notwendig gewesen.

## 3) 500 Fleisch und 200 Stärkemehl.

Reihe vom 21. Mai bis 3. Juni 1862.

Der eben erörterten Reihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Traubenzucker wurde eine solche bei abermaliger Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl während 13 Tagen angefügt. Wir erhielten dabei folgende Quantitäten von Harnstoff:

Harnstoff:

1)	42.0
2)	37.7
3)	35.8
4)	36.0
5)	38.6
6)	38.8
7)	34.7
8)	37.3
9)	39.0
10)	36.9
11)	34.9
12)	40.9
13)	38.2

Der Körper büßte immer noch etwas Eiweiss ein, denn es wurden in den 13 Tagen 215.0 Stickstoff eingeführt und 233.4 Stickstoff im Harn und Koth ausgegeben, was einem Verluste von 541 Fleisch, d. i. von 42 Fleisch im Tage entspricht.

An 3 Tagen, und zwar am 21., 27. und 30. Mai, wurden im Respirationsapparate Bestimmungen der gasförmigen Zersetzungsprodukte gemacht, welche Folgendes ergaben:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff <sup>1)</sup>	Kohlenstoffsäure	Wasser	H	CO <sub>2</sub>	Sauerstoff
21. Mai	29.960	144	436	42.0	416.0	359.9	7.2	4.1	305.0
22. "	29.878								
27. "	29.770	164	362	34.7	420.6	295.2	5.2	6.3	240.9
28. "	29.790								
30. "	29.460	197	347	36.9	428.3	360.1	7.2	4.7	258.7
1. Juni	29.472								

Wir legen zunächst wieder die Elemente der Einnahmen und der Ausgaben der 3 Versuche auseinander:

1) Es wurden für die 13 Tage 522.9 frischer = 111.8 trockener Koth abgegrenzt.

a) Den 21. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	9.7	17.0	25.7
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	6.7	—	5.1	0.8	—	0.8
Wasser . . . . .	144.5	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	305.0	—	—	—	—	205.0
	1156.2	557.0	141.9	19.8	17.0	414.0
		61.9 H		61.9		496.1
		495.1 O		81.7		909.1
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	438.8	385.3	13.1	3.1	19.6	11.1
Koth . . . . .	21.8	16.2	4.3	0.6	0.3	1.3
Respiration . . . . .	787.2	359.9	116.6	8.2	—	302.5
	1250.8	761.4	131.0	11.9	19.9	314.9
		84.6 H		84.6		676.8
		676.8 O		96.5		991.7
Differenz:	- 94.6	—	+ 7.9	- 14.8	- 2.9	- 82.6
						- 2.1

	C	H	N	O	Asche
Gesamtmumsatz . . . . .	134.0	96.5	19.9	686.7	8.6
in 586.5 Fleisch . . . . .	73.4	59.6	19.9	425.9	7.6
in 200.0 Stärke . . . . .	74.2	14.0	0	111.8	0
in 17.8 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	13.6	2.1	0	2.1	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 25.0	0	- 151.1	- 1.0
					nach H = 200.1

Sauerstoff berechnet = 256.2  
Sauerstoff auf = 305.0 (+ 18%)

Darnach ist die Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Eiweiss am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
585	- 86	167	+ 7	+ 18	- 91	305

b) Den 27. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.8
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	5.5	—	4.2	0.6	—	0.6
Wasser . . . . .	164.3	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	240.9	—	—	—	—	240.9
	1110.9	576.8	141.0	19.6	17.0	349.8
		64.1 H	64.1			512.7
		512.7 O		83.7		862.5
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	363.4	319.2	10.9	2.5	16.2	9.2
Koth . . . . .	24.8	16.2	4.3	0.6	0.3	1.3
Respiration . . . . .	727.3	295.2	119.5	6.8	—	305.9
	1115.5	630.6	134.7	9.9	16.5	316.4
		70.1 H	70.1			569.5
		560.5 O		80.0		876.9
Differenz:	- 4.8	-	+ 6.3	+ 3.7	+ 0.5	- 14.4

	C	H	N	O	Asche
Gesamtmumsatz . . . . .	134.5	80.0	16.5	636.0	7.4
in 486.5 Fleisch . . . . .	60.9	49.4	16.5	353.3	6.3
in 200.0 Stärke . . . . .	74.2	14.0	0	111.8	0
in 0.6 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	0.5	0.1	0	0.1	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 16.6	0	- 171.0	1.1

Sauerstoff berechnet = 279.0  
Sauerstoff auf = 240.9 (- 15%)

Darnach ist die Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
487	+ 13	167	+ 6	+ 1	- 14	241

c) Den 30. Mai:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.8
Stärke . . . . .	200.0	33.0	74.2	10.3	—	82.5
Fett . . . . .	4.8	—	3.7	0.6	—	0.6
Wasser . . . . .	197.2	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	258.7	—	—	—	—	258.7
	1160.7	609.7	140.5	19.6	17.0	367.5
		67.7 H	67.7			542.0
		542.0 O		87.3		909.5
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	348.4	301.4	11.5	2.7	17.2	9.7
Koth . . . . .	24.8	16.2	4.3	0.6	0.3	1.3
Respiration . . . . .	800.3	360.1	120.3	8.4	—	311.5
	1173.5	677.7	136.1	11.7	17.5	322.5
		75.3 H	75.3			602.4
		602.4 O		87.0		924.9
Differenz:	+ 12.8	-	+ 4.4	+ 0.3	- 0.5	- 15.5

	C	H	N	O	Asche
Gesamtmumsatz . . . . .	136.1	87.0	17.5	676.3	7.8
in 516.2 Fleisch . . . . .	64.6	52.5	17.5	374.8	6.7
in 200.0 Stärke . . . . .	74.2	14.0	0	111.8	0
in 3.6 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	2.7	0.4	0	0.4	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 21.0	0	- 180.0	1.1

Sauerstoff berechnet: 270.7  
Sauerstoff auf: 258.7 (- 4%)

Darnach ist die Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
516	- 16	167	+ 5	+ 4	+ 10	259

Wir haben demnach bei den drei Versuchen, bei welchen täglich 500 Fleisch und 200 Stärke verabreicht wurden, gefunden:

	Nahrung			Fett am Körper aus		Wasser am Körper		Sauerstoff auf
	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Nahrung	Eiweiss	Nahrung	Eiweiss	
a)	586	- 86	167	+ 7	+ 18	- 91	305	256
b)	487	+ 13	167	+ 6	+ 1	- 14	241	279
c)	516	- 16	167	+ 5	+ 4	+ 10	259	271
Mittel:	530	- 30	167	+ 6	+ 8	- 32	268	269

Das Resultat dieser zweiten Versuchsreihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl ist qualitativ das nämliche wie das der ersten, S. 457 betrachteten: Der Körper verlor etwas Fleisch und setzte dafür Fett aus der Nahrung und aus dem zerfallenen Eiweisse an. Die Quantitäten der im Körper geänderten Stoffe sind sich aber wegen der fortwährend inzwischen stattgefundenen Abnahme von Fleisch und des Ansatzes von Fett nicht gleich geblieben; es wurde aus dem eben genannten Grunde in der zweiten Reihe etwas weniger Fleisch verbraucht und dem entsprechend etwas weniger Fett aus dem in ihm enthaltenen Eiweisse abgelagert; aus dem zersetzten Fleische ist im Mittel 1% Fett aufgespeichert worden. An den letzten Tagen der zweiten Reihe war nahezu Stoffgleichgewicht eingetreten.

Zwischen die beiden Stärkemehlreihen fiel die Reihe mit Aufnahme von 500 Fleisch und 200 Zucker. Um deutlich zu sehen, welche Wirkungen der Zucker im Gegensatze zum Stärkemehl im Körper hervorbringt, stellen wir die Mittel der 3 Reihen zusammen:

	Nahrung			Fleisch am Körper zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf
	Fleisch	Kohlehydrat	Fett			Nahrung	Eiweiss	
500	167 St.	5	568	- 68	167 St.	+ 5	+ 20	275
500	182 Z.	0	537	- 37	182 Z.	0	+ 16	255
500	167 St.	6	530	- 30	167 St.	+ 6	+ 8	268

Man ersieht hier zum zweiten Male, dass der Zucker die gleichen Dienste thut wie das Stärkemehl, denn 167 Stärke liefern 185 Traubenzucker; man kann bei Versuchen über so äusserst complicirte Prozesse wohl keine grössere Uebereinstimmung erwarten, als sie hier von uns gefunden worden ist.

An die zweite Reihe bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl schloss sich die schon früher<sup>1)</sup> betrachtete, vom 3. Juni bis 31. Juli 1862 währende, bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Fett an. Da durch den Ansatz von Fett während der 58 Tage der Umsatz, namentlich der des Fettes, sich änderte, so nehmen wir zum Vergleiche das Mittel der beiden ersten Versuche (vom 3. und 6. Juni). Dies ergibt:

Nahrung			Fleisch am Körper zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf	
Fleisch	Stärke	Fett			Nahrung	Eiweiss		
500	167	6	530	- 30	167	0	+ 8	268
500	0	200	529	- 29	0	93	+ 107	287

Es wurden also statt 167 trockenen Stärkemehls 93 Fett zersetzt oder es ist 100 Fett gleichwirkend wie 179 trockene Stärke; es ist dies das gleiche Resultat wie das S. 448 erhaltene, wo 100 Fett dieselben Dienste thaten wie 172 Stärkemehl.

Direkt vor der ersten Reihe mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl wurden vom 4.-17. April 1862 dem Hunde 1500 Fleisch dargereicht. Die bei den damals angestellten Respirationsversuchen erhaltenen Zahlen wurden ebenfalls früher<sup>2)</sup> schon mitgetheilt. Vergleicht man dieselben mit denen der ersten Stärkereihe, so findet sich:

Nahrung			Fleisch am Körper zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf	
Fleisch	Stärke	Fett			Nahrung	Eiweiss		
1500	0	0	1499	+ 1	0	0	+ 28	435
500	167	5	568	- 68	167	+ 5	+ 20	275

1) Diese Zeitschrift 1873. Bd. IX. S. 14.  
2) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 477.

Der Unterschied in der Zersetzung der beiden Reihen ist, dass bei der Fleischreihe 1499 Fleisch (— 28 Fett), bei der Stärkereihe dagegen 568 Fleisch (— 20 Fett) und 167 Stärkemehl zersetzt wurden. Die grössere Eiweisszersetzung im ersten Falle rührt von der reichlicheren Zufuhr des Eiweisses her. Was das Fett betrifft, so wurde in beiden Reihen trotz der so ungleichen Fütterung das Gleiche geleistet. Dies ist nur dann verständlich, wenn aus dem Eiweisse Fett entsteht, welches dann einer gewissen Menge von Stärke äquivalent ist. Aus 1499 Fleisch bilden sich nach unserer Annahme 168 Fett, von denen 28 Grm. zum Ansatz kommen; aus 568 Fleisch gehen dagegen 64 Fett hervor, und da 167 Stärke nach unseren Versuchen das Gleiche leisten wie 95 Fett (175:100), so haben wir also bei der Stärkekütterung die Wirkung von 159 Fett (gegenüber 168 Fett bei der Fleischfütterung) und einen Ansatz von 20 Fett. Man ersieht daraus, wie einfach sich jetzt die Erscheinungen der Zersetzungen im Thierkörper erklären lassen.

Die Aufnahme des Sauerstoffes ist aber in beiden Reihen sehr ungleich (435 und 275 Grm.), weil von diesem Gase so viel aufgenommen wird, als nöthig ist, um die sich zersetzenden Stoffe in die ausscheidbaren Zersetzungsprodukte überzuführen, und da nicht, wie man früher voraussetzte, die Sauerstoffbindung unter sonst gleichen Umständen bei verschiedenster Nahrung die gleiche ist und dann nach ihr der Stoffverbrauch im Körper sich richtet.

Werfen wir einen Rückblick auf die Resultate der bis jetzt betrachteten Reihen, so ergibt sich Folgendes. Bei Fütterung mit 400 Fleisch und 211 trockener Stärke wurden 436 Fleisch und 18 Fett zersetzt; bei 400 Fleisch und Vermehrung der Stärkemenge auf 344 Grm. wurden 413 Fleisch zersetzt und 45 Fett angesetzt, da durch das Plus der Stärke das aus dem Eiweisse abgespaltene Fett erspart wurde; hier bei 500 Fleisch und 167 trockenem Stärkemehl wurden 530 Fleisch zersetzt und 14 Fett angesetzt, d. h. es war (dem Versuch mit 400 Fleisch und 211 Stärke gegenüber) wegen der grösseren Fleischzersetzung weniger Stärkemehl nöthig, um einen Ansatz von Fett zu bewirken. Bei Darreichung von

500 Fleisch allein<sup>1)</sup> wurden im Mittel 599 Fleisch und 47 Fett zerstört; der Zusatz von Stärkemehl bringt also eine Verringerung der Fleisch- und Fettzersetzung hervor; schliesslich tritt Stoffgleichgewicht ein, ja es kann Fleisch und selbst Fett aus dem zersetzten Fleische angesetzt werden.

### III. Abschnitt.

#### 800 Fleisch und 450 Stärkemehl.

Reihe vom 29.—31. März 1861.

Vorher waren dem Hunde nach mehrtägigem gemischtem Fressen während 2 Tagen ausschliesslich 450 Stärkemehl dargereicht worden, worüber wir später S. 485 noch berichten werden. Darauf kam nun eine zweitägige Fütterung mit 800 Fleisch und 450 Stärkemehl, wobei am ersten Tage 30.5, am zweiten Tage 42.8 Harnstoff ausgeschieden wurden, d. h. es fand an beiden Tagen ein reichlicher Ansatz von Eiweiss statt, theils weil das Thier vorher zwei Tage kein Eiweiss erhalten hatte, theils weil so viel Stärkemehl dem Fleische beigemischt worden war.

Am 2. Tage, den 30. März, wurde der Hund in den Respirationsapparat gebracht, mit Hilfe dessen damals nur die Menge der abgeschiedenen Kohlensäure zu eruien war.

Die dabei gewonnenen Zahlen waren folgende:

Datum	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff <sup>2)</sup>	Kohlen- säure
30. März	32.630	359	504	42.8	668.6
31. "	32.610				

Zerlegen wir die Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente, so erhalten wir:

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII S. 444.

<sup>2)</sup> Es wurden an den beiden Tagen 79.1 frischer = 33.0 trockener Koth abgegrenzt. Am 30. März wurden 106.0 Koth entleert.

	HO	C	H	N	O	Asche	
<b>Einnahmen:</b>							
Fleisch . . . . .	800.0	607.2	100.2	13.9	27.2	41.2	10.4
Stärke . . . . .	450.0	71.0	168.4	23.4	—	187.1	—
Fett . . . . .	13.7	—	10.5	1.0	—	1.6	—
Wasser . . . . .	339.0	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	472.2	—	—	—	—	472.2	—
	2074.9	1017.2	279.0	38.9	27.2	702.1	10.4
		113.0 H		113.0		904.2	
		904.2 O		151.3		1606.3	
<b>Ausgaben:</b>							
Harn . . . . .	504.0	448.2	14.2	3.3	20.0	12.0	6.4
Koth . . . . .	39.5	23.0	7.4	1.0	0.7	5.2	2.2
Respiration . . . . .	1484.9	821.3	180.9	—	—	482.7	—
	2028.4	1292.4	202.5	4.3	20.7	499.9	8.6
		143.6 H		143.6		1148.8	
		1148.8 O		147.9		1648.7	
Differenz: + 46.5	—	+ 76.5	+ 4.0	+ 6.5	— 42.4	—	+ 1.8

	C	H	N	O	Asche
Gesamtumsatz . . . . .	202.5	147.9	20.7	1176.4	8.6
in 608.5 Fleisch . . . . .	76.2	61.8	20.7	411.9	7.9
in 450.0 Stärke . . . . .	168.4	81.3	—	250.3	0
in 55.0 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	42.1	6.5	0	6.4	0
Rest Wasser . . . . .	0	— 61.3	0	— 490.7	0.7

Sauerstoff berechnet: 472.2.

Darnach stellt sich die Aenderung am Körper folgender Maassen:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiss		
608	+ 192	379	+ 14	+ 55	— 68	472

Bei 800 Fleisch und 379 trockenem Stärkemehl ist also Fleisch und Fett, aus dem zersetzten Eiweisse herrührend, angesetzt worden. Man hätte daher, um den Körper im Stoffgleichgewichte zu erhalten, weniger Fleisch und weniger Stärkemehl darreichen dürfen. Es fehlen von dem Kohlenstoff der Einnahmen nach Abzug des Kohlenstoffes des angesetzten Fleisches noch 42.1 Grm. in den Ausgaben; diese 42.1 Grm. Kohlenstoff sind also in irgend einer Form abgelagert worden. Wir nehmen nach unseren früheren Betrachtungen an, der nicht erschienene Kohlenstoff sei als Fett zurückgehalten worden und dieses stamme aus dem zersetzten Eiweisse her; dann sind aus 608 umgesetztem Fleisch 55 Fett entstanden oder 9%, was noch eine durchaus wahrscheinliche und mögliche Grösse ist. Wir können daher gut annehmen, dass auch hier trotz der enorm grossen Menge von Stärkemehl in der Nahrung doch noch kein Fett aus dem Kohlehydrate hervorgegangen oder abgelagert worden ist. Bei Fütterung mit 500 Fleisch und 167 trockener Stärke wurden 530 Fleisch umgesetzt, d. h. 30 Fleisch vom Körper noch abgegeben und 8 Fett aus Eiweiss abgelagert; hier wurden bei Fütterung mit 800 Fleisch und 379 trockener Stärke 608 Fleisch zersetzt, also 192 angesetzt und 55 Fett aus Eiweiss erspart; der grössere Fettsatz im letzteren Falle ist bewirkt durch die grössere Quantität des Stärkemehls und rührt von der grösseren Menge des zersetzten Fleisches her.

Bei Darreichung von 1000 Fleisch allein<sup>1)</sup> wurden im Tage 116 Fleisch und 17 Fett vom Körper abgegeben, wodurch die Eiweiss und Fett ersparende Wirkung der Stärke klar hervortritt.

IV. Abschluß.

1500 Fleisch und 200 Stärkemehl.

Reihe vom 8.—13. Juli 1863.

Vor dieser Versuchsreihe bei Fütterung mit 1500 Fleisch und 200 Stärkemehl waren dem Hunde während 9 Tagen 1500 Fleisch allein gegeben worden, wobei der Körper stets Fleisch verlor und

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII. S. 418.

zwar im Mittel täglich 98 Grm. Bei Zusatz des Stärkemehls zum Fleisch hörte die Abgabe von Fleisch vom Körper auf, denn es wurde an den 5 Tagen an Harnstoff entfernt:

Harnstoff:

1)	101.2
2)	100.1
3)	105.6
4)	101.6
5)	104.8

An den 5 Tagen kamen der Stickstoffausscheidung nach 232 Fleisch am Körper zum Ansatz, was für den Tag 46 Grm. beträgt.

Am ersten und fünften Tage der Fütterung, d. i. am 8. und 12. Juli, wurden Respiationsversuche angestellt, bei welchen folgende Zahlen gefunden wurden:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff <sup>1)</sup>	Kohlensäure	Wasser	H	CH <sub>2</sub>	Sauerstoff
8. Juli	30.790	519.6	987	104.2	866.9	1025.8	—	—	759.5
9. "	30.889	—	—	—	—	—	—	—	—
12. "	31.920	165.9	1051	104.8	678.8	788.4	8.4	0	561.5
13. "	31.837	—	—	—	—	—	—	—	—

Darnach berechnen wir die Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

a) Den 8. Juli:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	1500.0	1138.5	187.8	26.0	51.0	77.2
Stärke . . . . .	200.0	28.2	76.4	10.6	—	84.9
Fett . . . . .	5.2	—	4.0	0.6	—	0.6
Wasser . . . . .	519.6	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	759.5	—	—	—	—	759.5
	2984.3	1686.3	268.2	37.2	51.0	922.2
		187.4 H		187.4		1498.9
		1498.9 O		224.6		2421.1

1) Es werden für die 5 Tage 296.1 frischer = 90.0 trockener Koth abgezogen.

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	987.0	846.3	30.7	8.6	48.6	37.3
Haare . . . . .	5.6	(5.6)	—	—	—	—
Koth . . . . .	59.2	41.2	8.9	1.3	1.2	2.8
Respiration . . . . .	1892.7	1025.8	236.4	—	—	630.5
	2944.5	1918.9	276.0	9.9	49.8	670.6
		213.2 H		213.2		1705.7
		1705.7 O		223.1		2376.3
Differenz:	+ 39.8	—	- 7.9	+ 1.4	+ 1.1	+ 44.8
						+ 0.3

	C	H	N	O	Asche
Gesamtumsatz . . . . .	276.0	223.1	49.9	1616.8	19.2
in 1466.5 Fleisch . . . . .	183.7	149.0	49.9	1064.9	19.1
in 200.0 Stärke . . . . .	76.4	15.8	0	109.9	0
in 5.2 Fett von der Nahrung zersetzt . . . . .	4.0	0.6	0	0.6	0
in 15.6 Fett vom Körper ab . . . . .	12.0	1.9	0	1.8	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 57.9	0	- 439.6	- 0.1
				nach H = 463.0	

Sauerstoff berechnet: 720.9  
Sauerstoff auf: 759.5 (+ 5%)

Dies ergibt folgenden Umsatz im Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett zersetzt		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Körper		
1466	+ 34	172	- 5	- 16	+ 47	760



b) Den 12. Juli:

	HO	C	H	N	H	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	1500.0	1188.5	187.8	26.0	51.0	77.2
Stärke . . . . .	200.0	28.2	76.4	10.6	—	84.9
Fett . . . . .	3.8	—	2.9	0.4	—	0.4
Wasser . . . . .	155.9	155.9	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	561.5	—	—	—	—	561.5
	2421.2	1322.6	267.1	37.0	51.0	724.0
		147.0 H		147.0		1175.6
		1175.6 O		184.0		1899.6
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	1051.0	909.4	80.9	8.7	48.9	37.5
Haare . . . . .	2.6	(2.6)	—	—	—	—
Koth . . . . .	59.2	41.2	8.9	1.3	1.2	2.8
Respiration . . . . .	1450.6	763.4	185.1	8.4	—	493.7
	2563.4	1716.6	224.9	18.4	50.1	534.0
		190.7 H		190.7		1525.9
		1525.9 O		209.1		2059.9
Differenz:	- 142.2	—	+ 42.2	- 25.2	+ 0.8	- 160.3

	C	H	N	O	Asche
Gesamtumsatz . . . . .	224.9	209.1	50.1	1498.4	19.3
in 1475.0 Fleisch . . . . .	184.7	149.9	50.1	1071.1	19.2
in 200.0 Stärke . . . . .	76.4	13.7	0	109.9	0
in 45.4 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	36.1	5.6	0	5.5	0
Rest Wasser . . . . .	0	- 51.1	0	- 322.9	- 0.1

Sauerstoff berechnet: 486,6  
Sauerstoff auf: 561,5 (+ 15%)

Dies giebt folgende Aenderung am Körper:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf
			Nahrung	Eiweiss		
1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	- 195	561

Die Zusammenstellung der beiden Versuche zeigt demnach:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
			Nahrung	Eiweiss			
1466	+ 34	172	- 5	- 16	+ 47	760	721
1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	- 195	561	487

Die beiden Versuche zeigen trotz der gleichen Zersetzung von Fleisch und Stärkemehl nicht unbeträchtliche Unterschiede in dem Verhalten des Fettes am Körper und der Sauerstoffaufnahme. Wir haben in dieser Abhandlung S. 463 schon darauf aufmerksam gemacht, dass am ersten Tage einer neuen Fütterung das Thier häufig unruhig ist und deshalb an solchen Tagen mehr Kohlensäure ausgiebt und in Folge davon mehr Sauerstoff einnimmt. Dies tritt nun auch hier sehr deutlich hervor. Woher wird aber am ersten Tage der Kohlenstoff für das bedeutende Plus von 188.1 Kohlensäure genommen? Es wird, wie gesagt, in beiden Versuchen die nämliche Menge von Fleisch und Stärkemehl zersetzt, es wird kein Fett vom Körper angegriffen, aber es wird beim ersten Versuche von dem aus dem Eiweisse abgespaltenen Fett oxydirt, während beim zweiten Versuche reichlich davon angesetzt wird; daher rührt dann auch die grössere Sauerstoffaufnahme am ersten Tage her. Nehmen wir den zweiten Versuch als den normalen an, so wird also bei 1500 Fleisch und 172 trockener Stärke etwas Fleisch und Fett angesetzt; letzteres wurde aus dem zersetzten Eiweisse abgespalten und nicht weiter angegriffen; aus 100 zersetztem Fleisch sind 3 Fett abgelagert worden.

Es ist für die Einsicht in die Wirkung der Kohlehydrate auf den Stoffumsatz von Bedeutung, dieses Resultat mit dem anderer Versuche zu vergleichen.

In der vorausgehenden Reihe wurden ausschliesslich 1500 Fleisch gegeben und es fragt sich zunächst, welche Aenderung im Stoffverbrauch der Zusätze von 172 trockener Stärke hervorbrachte. Wir

stellen die bei Fütterung mit 1500 Fleisch und bei Fütterung mit 1500 Fleisch <sup>1)</sup> unter Zusatz von 172 Stärke übersichtlich zusammen:

Nahrung			Fleisch am Körper zersetzt	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauer- stoff auf	C
Fleisch	Stärke	Fett			Nahrung	Eiweiss		
1500	0	0	1646	- 146	0	0	+ 9	585
1500	172	4	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561

Ausser dem geringeren Eiweissumsatze findet sich bei Zusatz von Stärke eine grössere Kohlenstoffausscheidung, denn es werden dabei 225 Kohlenstoff ausgegeben gegen 198 Kohlenstoff bei reiner Fleischfütterung. Da aber in dem Stärkemehl 76 Kohlenstoff enthalten sind, so wurden 36 Kohlenstoff im Körper zurückgehalten, während vorher 10 Grm. vom Körper abgegeben wurden. Das Plus von Kohlenstoff in den Ausscheidungen stammt wohl unzweifelhaft von dem Stärkemehl her; woher aber der angesetzte Kohlenstoff rührt, das ist fraglich; er könnte in der Form von Fett abgelagert worden sein, welches entweder aus dem zersetzten Eiweisse oder aus dem Stärkemehl entstanden ist. Wir nehmen vorläufig wiederum als wahrscheinlicher an, dass er aus dem Eiweisse stammt und lassen in diesem Falle aus dem zersetzten Fleisch 3% Fett (aus trockenem Eiweiss 13%) hervorgehen, während aus der Stärke zu dem gleichen Zwecke 25% Fett gebildet worden sein müssten.

Dass der Zusatz von Fett zu Fleisch eine ganz andere Wirkung hat als von Stärkemehl, zeigen die früher <sup>2)</sup> mitgetheilten Versuche, wobei nach Herstellung des Stoffgleichgewichtes im Körper mit 1500 Fleisch jeder Zusatz von Fett von 30 bis zu 150 Grm. keine grössere Kohlenstoffausscheidung hervorrief, sondern aller Kohlenstoff des Fettes stets angesetzt wurde. Zum Beweise setzen wir die betreffenden Zahlen nochmals hierher:

1) Diese Zeitschrift 1871, Bd. VII, S. 468.

2) Diese Zeitschrift 1871, Bd. VII S. 454 und 1873, Bd. IX S. 30.

Nahrung			Fleisch am Körper zersetzt	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauer- stoff auf	C
Fleisch	Stärke	Fett			Nahrung	Eiweiss		
1500	0	0	1515	- 15	0	0	+ 6	486
1500	30	0	1457	+ 43	0	+ 30	+ 2	438
1500	100	0	1402	+ 98	0	+ 91	0	456
1500	150	0	1455	+ 45	0	+ 136	0	521
1500	0	0	1598	- 98	0	0	+ 11	495
1500	4	172	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561

Erhält sich also der Körper durch Fleisch auf dem Stoffgleichgewichte, so wird alles dem Fleische der Nahrung zugesetzte Fett angesetzt; sowie man aber Stärkemehl zufügt, wird ansehnlich mehr Kohlenstoff, aus der Stärke stammend, ausgeschieden, während das dabei angesetzte Fett mit grösster Wahrscheinlichkeit aus dem zersetzten Eiweisse sich bildet.

Entsprechend der stärkeren Kohlenstoffausscheidung wird bei dem Stärkezusatz mehr Sauerstoff von Aussen aufgenommen und nicht weniger, wie die frühere Lehre vorausgesetzt hatte.

Auf die hier betrachtete Reihe bei Fütterung mit 1500 Fleisch und 200 Stärkemehl folgte die schon früher S. 447 dargelegte mit 400 Fleisch und 400 Stärkemehl. Der Vergleich der beiden Reihen ergibt:

Nahrung			Fleisch am Körper zersetzt	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauer- stoff auf	Kohlen- stoff aus
Fleisch	Stärke	Fett			Nahrung	Eiweiss		
400	344	6	413	- 13	344	+ 6	+ 39	467
1500	172	4	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561

Wir haben bei der reichlichen Fleischfütterung einen vierfach grösseren Fleischumsatz; dabei wurde etwas Fleisch am Körper angesetzt, während bei der geringeren Zufuhr von Fleisch der Körper Fleisch verloren hatte. Dennoch war der Einfluss auf den Kohlenstoffansatz in beiden Reihen nahezu der gleiche, denn beide Male wurden gegen 40 Fett am Körper abgelagert; im ersten

Falle wegen des sehr reichlichen Zusatzes der Stärke, im zweiten Falle wegen der reichlichen Fettbildung aus dem Fleische. Im zweiten Falle wurde der grösste Theil des aus dem Eiweisse entstandenen Fettes wegen der geringen Stärkezufuhr wieder zersetzt, während im ersten Falle durch die reichlich vorhandene Stärke beinahe alles Fett vor der Zersetzung geschützt wurde. Es tritt aus diesen Reihen recht schlagend hervor, was der Züchter von Fleisch und Fett thun muss, um mit den geringsten Kosten den grössten Effekt zu erreichen; er muss vor Allem viel Kohlehydrate geben, damit Fleisch zum Ansatz gelangt und das aus dem zersetzten Fleisch entstandene Fett nicht zerstört wird. Dass aber auch Fleisch zum Fettansatz nothwendig ist, geht aus dem Vergleiche dieses Versuches mit demjenigen, bei welchem weniger Fleisch und ebensoviel Stärkemehl gefüttert worden ist, also dem bei Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Stärkemehl hervor:

Nahrung			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus		Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke	Fett				Nahrung	Eiweiss	
500	167	6	530	- 30	167	+ 6	+ 8	268
1500	172	4	1475	+ 25	172	+ 4	+ 43	561

Hier wurde bei 500 Fleisch viel weniger Fett angesetzt, da bei dem geringen Stärkezusätze das aus dem Eiweiss hervorgehende Fett oxydirt wurde. Der Züchter muss demnach nicht nur viel Kohlehydrate geben, sondern auch Eiweiss, da sonst nur wenig Fett zum Ablagern bereit ist. Es handelt sich hierbei um ein ganz bestimmtes Verhältniss von Eiweiss zu den Kohlehydraten, welches für jeden Organismus unter verschiedenen Umständen zu finden, Sache eigener Versuche sein muss; hier handelt es sich nur darum, die Prinzipien festzustellen, die dann von Andern auf die bestimmten Fälle angewendet werden können.

Bis jetzt war für unseren Hund die Darreichung von 800 Fleisch und 379 Stärke für den Ansatz von Eiweiss und Fett am günstigsten, wie folgende Zusammenstellung ergibt:

Nahrung		Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss	% Fett aus Eiweiss
400	344	413	- 13	344	+ 39	10
500	167	530	- 30	167	+ 8	1
800	379	608	+ 192	379	+ 55	9
1500	172	1475	+ 25	172	+ 43	3

Bei 800 Fleisch und 379 Stärkemehl findet der grösste Fleischansatz statt, da das Fleisch vor der weitem Umsetzung durch die grössere Stärkemenge bewahrt wurde; bei 400 Fleisch und 344 Stärkemehl ist die Fleischmenge zu gering, um einen beträchtlichen Ansatz von Fleisch zu bewirken; bei 1500 Fleisch und 172 Stärke ist der Stärkezusatz zu gering, um mehr Fleisch zu ersparen.

Bei 800 Fleisch und 379 Stärke wird auch am meisten Fett angesetzt. Bei 400 Fleisch und 344 Stärke wird aus der geringen Eiweissmenge zu wenig Fett erzeugt; bei 1500 Fleisch und 172 Stärke wegen der geringen Stärkemenge zu wenig von dem aus dem Eiweisse entstandenen Fette erspart.

Bei 400 Fleisch und 344 Stärke haben wir also eine zu geringe Menge von Fleisch; bei 1500 Fleisch und 172 Stärke zu wenig Stärke und eine Verschwendung von Fleisch; bei 500 Fleisch und 167 Stärke zu wenig Stärke. 800 Fleisch und 379 Stärke bewirkten den grössten Fleisch- und Fettansatz.

#### V. Meschit.

#### 1800 Fleisch und 450 Stärkemehl.

Reihe vom 31. März bis 2. April 1861.

Nachdem der Hund in der vorausgegangenen Reihe mit 800 Fleisch und 450 Stärkemehl gefüttert worden war, wobei er ansehnlich Fleisch und Fett ansetzte, erhielt er nun darauf während 2 Tagen 1800 Fleisch und 450 Stärkemehl.

Es wurde an diesen beiden Tagen an Harnstoff ausgeschieden:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1)	95,7	1332
2)	105,7	1469

Es fand also dabei ein reichlicher Ansatz von Fleisch statt, am ersten Tage von 468 Grm., am zweiten Tage von 331 Grm.

Am zweiten Tage, den 1. April, wurde der Hund in den Respirationsapparat gebracht, um die Menge der gasförmig ausgeschiedenen Kohlensäure zu bestimmen, wobei folgende Hauptzahlen erhalten wurden:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff <sup>1)</sup>	Kohlensäure.
1. April	33,450	701	1035	105,7	810,8
2. "	33,750				

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben zeigt:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Fleisch . . . . .	1800,0	1266,2	225,4	31,1	61,2	92,7
Stärke . . . . .	450,0	71,1	168,4	23,4	—	187,1
Fett . . . . .	101	—	7,7	1,2	—	1,2
Wasser . . . . .	701,0	701,0	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	611,2	—	—	—	—	611,2
	3572,3	2138,3	401,5	55,8	61,2	892,2
		237,6 H	237,6			1900,7
		1900,7 O	293,4			2792,9
<b>Ausgaben:</b>						
Harn . . . . .	1035,0	892,3	31,1	8,8	49,3	37,2
Koth . . . . .	35,5	21,3	6,3	0,9	0,6	4,5
Respiration . . . . .	2081,1	1240,3	229,3	—	—	611,5
	3151,6	2153,9	296,7	9,7	49,9	653,8
		239,3 H	239,3			1914,6
		1914,6 O	249,9			2568,4
Differenz:	+ 420,7	—	+ 184,7	+ 44,4	+ 11,3	+ 224,5
						+ 5,7

1) Es wurden an beiden Tagen 71,0 frischer = 28,4 trockener Koth abgegrenzt. Am 1. April wurde 156,2 Koth entleert.

	C	H	N	O	Asche
Gesamttumsatz . . . . .	266,7	249,0	49,9	1957,1	17,7
in 1469,1 Fleisch . . . . .	183,9	149,3	49,9	1066,8	19,1
in 450,0 Stärke . . . . .	188,4	31,3	0	250,3	0
in 111,9 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	85,6	13,3	0	13,0	0
Rest Wasser . . . . .	0	— 81,6	0	— 653,0	+ 1,4

Sauerstoff berechnet: 611,2.

Darnach stellt sich die Aenderung am Körper wie folgt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Nahrung	Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff nötig
1469	+ 331	379	+ 10	+ 112	+ 219	611

Es ergibt sich also, dass bei 1800 Fleisch und 450 Stärke ganz ansehnlich Fleisch und Fett am Körper angesetzt worden. Es fragt sich vor Allem, ob es möglich ist, den grossen Ansatz von 112 Fett aus dem zersetzten Eiweisse abzuleiten. Die Rechnung zeigt, dass zu dem Zwecke aus 100 zersetztem Fleische doch nur 8 Fett hervorzugehen brauchen, während die von uns für den Fettansatz aus Fleisch angenommene Grenze 11% beträgt. Zur Erzeugung von 112 Fett hätten dagegen aus dem Stärkemehl 29% Fett zu entstehen, so dass die Stärke nahezu den dritten Theil ihres Gewichtes Fett liefern müsste.

Wir vergleichen zunächst mit diesem Resultate das der vorausgehenden Reihe bei Darreichung von 800 Fleisch und 450 Stärkemehl:

Nahrung		Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss
Fleisch	Stärke				
800	379	608	+ 192	379	+ 55
1800	379	1469	+ 331	379	+ 112

Man ersieht, dass bei der gleichen Menge von Stärkemehl, aber von mehr Eiweiss doch sehr ungleiche Mengen von Fett zum

Ansätze gelangen, was im höchsten Grade wahrscheinlich macht, dass aus dem Stärkemehle nicht das Fett hervorgeht, sondern aus dem Fleische.

Wir haben vorher die Fütterung mit 800 Fleisch und 450 Stärke als am günstigsten für den Fleisch- und Fettansatz gefunden; nun aber erzielen wir durch die gleiche Menge von Stärke und mehr Fleisch noch eine ansehnlich grössere Ablagerung von Fleisch und von Fett; es war also die Menge von 450 Stärke zu 800 Fleisch verhältnissmässig zu bedeutend. An einem Tage hatten wir durch 800 Fleisch und 450 Stärke einen Ansatz von 192 Fleisch und 55 Fett bewirkt, in 2 Tagen wären demnach durch 1600 Fleisch und 900 Stärke 384 Fleisch und 110 Fett im Körper aufgespeichert worden, also annähernd das Gleiche, was durch 1800 Fleisch und 450 Stärke an einem Tage erreicht wurde. Man thut daher am besten, zu grossen Mengen von Stärkemehl eine Fleischmenge zu geben, aus welcher der grösste Ansatz von Fleisch und Fett entsteht. Wie nachtheilig eine zu geringe Menge von Kohlehydraten ist, thut auch der Vergleich unseres jetzigen Versuches mit dem bei Darreichung von 1500 Fleisch und 172 Stärke dar:

Nahrung		Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss
Fleisch	Stärke				
1500	172	1475	+ 25	172	+ 43
1800	379	1469	+ 331	379	+ 112

Hätte man zu 1500 Fleisch mehr Kohlehydrate zugefügt, so wäre sowohl der Fleisch- als auch der Fettansatz viel bedeutender gewesen.

Auf die eben betrachtete Versuchsreihe folgte die schon früher 1) dargelegte bei Aufnahme von 2500 Fleisch allein, wobei im Zusammenhalte mit der jetzigen zersetzt wurde:

Nahrung		Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke zersetzt	Fett am Körper aus Eiweiss	Sauerstoff auf
Fleisch	Stärke					
1800	379	1469	+ 331	379	+ 112	611
2500	0	2512	+ 12	0	+ 57	688

1) Diese Zeitschrift 1871, Bd. VII, S. 488.

Auch daraus erhellt wieder deutlich die Bedeutung der stickstofffreien Kohlehydrate sowohl für den Fleischansatz als auch für den Fettansatz. Bei sehr reichlicher ausschliesslicher Fleischzufuhr kann ebensoviel Fett angesetzt werden, als bei Fütterung mit weniger Fleisch unter Zugabe von Stärkemehl; abermals ein Beweis, dass das Fett in diesen Fällen nicht aus dem Stärkemehl, sondern aus dem Fleische hervorgegangen ist; das aus dem Fleische abgespaltene Fett wird durch die Kohlehydrate nur vor der weiteren Zerspaltung geschützt.

## II. Abschluß.

### Ausschliessliche Stärkemehlfütterung.

Wir gaben dem Hunde mehrmals grössere Quantitäten von Stärkemehl ohne einen Zusatz eiweisshaltiger Substanzen, da dabei der Umsatz von Eiweiss am geringsten ist und so am besten entschieden werden kann, ob der im Körper zurückbleibende Kohlenstoff aus dem zersetzten Eiweisse zu decken ist oder ob für einen Theil desselben der Kohlenstoff des Stärkemehls in Anspruch genommen werden muss.

#### 1) 450 Stärkemehl

Reihe vom 27.—29. März 1861.

Das Thier hatte an den vorausgehenden 6 Tagen gemischtes Fressen erhalten und darauf an 2 Tagen, den 27. und 28. März, 450 Stärkemehl. Es entleerte dabei an Harnstoff und zersetzte an Fleisch:

	Harnstoff	Fleischumsatz
1)	18.2	274
2)	13.6	211

Am zweiten Tage der Fütterung, den 28. März, wurde der Hund in den Respirationsapparat gebracht und die gasförmig ausgeschiedene Kohlensäure bestimmt, wobei sich ergab:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harmenge	Harnstoff <sup>1)</sup>	Kohlen- säure
28. März	32,520	405	309	15,6	545,7
29. "	32,330				

Daraus berechnen wir folgende Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Stärke . . . . .	450,0	71,1	168,4	23,4	—	187,1
Fett . . . . .	16,9	—	—	12,9	2,0	—
Wasser . . . . .	405,0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	429,6	—	—	—	—	429,6
	1891,5	476,1	181,3	25,4	—	618,7
		52,9 H		52,9		423,2
		423,2 O		78,3		1041,9
<b>Angaben:</b>						
Harn . . . . .	309,0	291,3	4,5	1,0	6,4	3,8
Koth . . . . .	51,7	32,5	8,6	1,2	0,8	6,1
Respiration . . . . .	1182,5	636,8	148,8	—	—	396,9
	1543,2	960,6	161,9	2,2	7,2	406,8
		106,7 H		106,7		833,9
		833,9 O		108,9		1290,7
Differenz:	- 241,7	—	+ 19,4	- 30,6	- 7,2	- 218,8

	C	H	N	O	Asche
Gesamtverbrauch . . . . .	161,9	108,9	7,2	831,0	4,6
in 211,5 Fleisch . . . . .	29,5	21,5	7,2	153,6	2,8
in 450,0 Stärke . . . . .	168,4	31,3	0	250,3	0
Rest . . . . .	+ 33,0	- 56,1	0	- 427,1	- 1,8
23,7 Fett aus zersetztem Eiweiss bei 51 % . . . . .	18,1	2,8	0	2,7	0
Rest . . . . .	+ 14,9	- 58,9	0	- 429,8	- 1,8

1) Es wurden für die 2 Tage, am 30. März und 1. April, 103,5 frischer = 38,4 trockener Koth abgegrenzt.

Es befinden sich also in dem aufgenommenen Stärkemehl und dem zersetzten Fleische noch 33 Kohlenstoff mehr, als in den Ausgaben enthalten waren, welche 33 Kohlenstoff demnach im Körper zurückbehalten oder angesetzt worden sind. Nimmt man auch an, dass im zersetzten Fleische 22 % Eiweiss enthalten sind, welche 51 % Fett zum Ansatz liefern, so bleiben immer noch 14,9 Kohlenstoff ungedeckt. Diese in den Ausgaben fehlenden 14,9 Kohlenstoff betragen zwar nicht sonderlich viel, da sie nur 9 % des ausgeschiedenen oder in dem Stärkemehl befindlichen Kohlenstoffs ausmachen, sie liegen aber doch über der Grenze der Fehlerquellen der Bestimmung der gasförmig ausgeschiedenen Kohlen- säure. Es fragt sich daher, ob man daraus auf einen Ansatz von Fett aus dem aufgenommenen Stärkemehl schliessen darf. Man könnte daran denken, dass dieser Kohlenstoff in der Form von Grubengas, welches bei diesem Versuche nicht bestimmt worden ist, entfernt wurde; ein Theil der 14,9 Kohlenstoff trifft wohl sicherlich darauf, da wir schon bis zu 21 Kohlenstoff in diesem Gase gefunden haben. Es ist ferner möglich, dass bei der reichlichen Stärkekütterung andere Stoffe zeitweilig im Körper zurückgehalten worden sind und nicht gerade Fett, z. B. Zucker, Milchsäure etc., aber es ist nicht wahrscheinlich, dass diese am 2. Tage der Fütterung mit viel Stärkemehl noch so viel ausmachen können. Wir werden später noch auf eine andere Fehlerquelle aufmerksam machen, nämlich auf die nicht vollständige Ausscheidung des Kothes am betreffenden Versuchstage und eine nachherige Resorption in dem Darne, so dass in Folge davon die Menge des Kothes zu gering in Anschlag gebracht wird. Es ist jedoch darauf hier nicht viel zu rechnen, weil darnach die Reiben vom 29. — 30. März bei 800 Fleisch und 450 Stärkemehl und die vom 31. März — 2. April mit 1800 Fleisch und 450 Stärkemehl folgen, an denen also die Bedingungen für die Resorption keine günstigeren waren, und doch auch im Tag nicht mehr Koth entleert worden ist.

Wir sind daher hier an der Grenze angelangt; es bleibt zweifelhaft, ob eine kleine Menge Fett aus dem Stärkemehl gebildet und angesetzt worden ist oder ob der fehlende Kohlenstoff in andern Produkten, in den Organen und Säften, steckt, oder in der

Form von Grubengas entfernt worden ist, oder in dem nicht entleerten Kothe enthalten war. Es konnten hierüber nur weitere Versuche entscheiden, welche, um einen möglichst grossen Ausschlag zu geben, mit der grössten Menge von Stärkemehl, die dem Thiere beigebracht werden konnte, angestellt werden sollten. Keinesfalls würde aus dem Stärkemehl in diesem schon extremen Versuche viel Fett hervorgehen, nämlich aus 379 trockener Stärke 19 Fett = 5%, was eine kaum nennenswerthe Grösse ist.

## 2) 700 Stärkemehl.

a) Reihe vom 3.—5. Mai 1861.

Nach längerer Fütterung mit gemischtem Fressen wurden dem Hunde an 2 Tagen, den 3. und 4. Mai, je 700 lufttrockene Stärke in Form von Kuchen beigebracht. Er schied dabei am ersten Tage 15.7, am zweiten Tage 12.7 Harnstoff aus. Am zweiten Tage, den 4. Mai, wurde die Menge der im Athem ausgegebenen Kohlensäure bestimmt. Wir erhielten:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff <sup>1)</sup>	Kohlensäure
4. Mai	34.800	507	388	12,7	696.0
5. "	34.830				

Da es sich hier vor Allem darum handelt, ob der Kohlenstoff des Stärkemehls alle zur Ausscheidung kommt, oder ein Theil desselben in irgend welcher Form im Körper zurückbleibt, so stellen wir zunächst die Bilanz des Kohlenstoffs und Stickstoffs zusammen. Es befinden sich:

1) Es wurden für die 2 Tage 153.2 frischer = 37.4 trockener Koth abgegrenzt.

	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>Einnahmen:</b>		
in 700.0 Stärke . . . .	260.9	1.0 <sup>1)</sup>
in 14.1 Fett . . . . .	10.8	0
Summa . . . . .	271.7	1.0
<b>Ausgaben:</b>		
in 388.0 Harn . . . . .	4.2	5.9
in 76.6 Koth . . . . .	8.5 <sup>2)</sup>	0.5
in der Respiration . . . .	189.6	0
Summa . . . . .	202.3	6.4
Differenz . . . . .	+ 69.4	- 5.4

Dies ergibt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>in den Zersetzungs-</b>		
<b>produkten . . . . .</b>	<b>202.3</b>	<b>6.4</b>
in 160.3 Fleisch . . . .	20.1	5.4
in 589.5 trockener Stärke	260.9	1.0
Rest . . . . .	+ 78.7	0
18.0 Fett aus zersetztem		
Eiweiss bei 51 % . . . .	13.8	0
Rest . . . . .	+ 64.9	0

Wir behalten hier also, wenn wir neben dem Kohlenstoff der aufgenommenen Stärke den des zersetzten Fleisches berücksichtigen und annehmen, dass das Fett des Futters, sowie das aus dem zersetzten Eiweiss zu 51% abgespaltene Fett angesetzt worden ist, immer noch 64.9 Kohlenstoff übrig, welche also aus dem Stärke-

1) In der trockenen käuflichen Stärke befinden sich nach den Analysen von Dr. Förster im Mittel 0.17% Stickstoff; diese geringe Menge konnte bis jetzt ohne wesentliche Aenderung des Resultates vernachlässigt werden; bei der grössten Menge des verfütterten Stärkemehls musste sie aber in Betracht gezogen werden.

2) Im trockenen Kothe fanden sich im Mittel 2.8% Stickstoff.

mehl irgendwo im Körper zurückbehalten worden sind. Die Menge desselben macht 25 % des Kohlenstoffs des Stärkemehls aus. Da der Respirationsversuch am zweiten Tage der Fütterung mit 700 Stärkemehl angestellt worden ist, so ist es nicht wahrscheinlich, dass so viel Kohlenstoff in der Form von Zucker oder glycogener Substanz oder anderen Zersetzungsprodukten aufgehäuft worden ist, wenn auch ein Theil desselben in solchen Produkten enthalten sein mag; es ist ferner unmöglich, dass so viel Kohlenstoff als Grubengas entleert worden ist, wenn auch darauf ein Theil treffen wird. Es bliebe somit, wenn im Uebrigen der Versuch fehlerfrei ist, nichts übrig, als einen Ansatz von Fett bei der Fütterung mit der extremen Menge von 700 Stärkemehl anzunehmen. Bei dem Versuche ist aber ein Resultat sehr auffallend, nämlich die geringe Menge von Koth, welche für die beiden Tage nur 37.4 Grm. trockener Substanz betrug. Wir haben mehrmals bemerkt, dass bei grossen Gaben von Stärkemehl noch nach 18—20 Stunden unveränderte Stücke des Kuchens in nicht unerheblichen Quantitäten erbrochen wurden, so dass sich also in diesen Fällen bei Schluss des Versuches im Darmkanale ein noch nicht zu Koth gewordener Inhalt befindet.

Bei Darreichung von Brod, wobei ebenfalls grössere Mengen von Stärkemehl in den Darm gelangen, ist bei längere Zeit fortgesetzter Fütterung die Kothentleerung eine viel bedeutendere. Es ist demnach wahrscheinlich, dass bei der übermässigen Stärkefütterung, wenn diese nur einen einzigen oder nur zwei Tage währte, ein ansehnlicher Theil der Stärke am Ende des Versuchs unverdaut im Darne blieb und erst den kommenden Tag verändert und resorbirt wurde, wenn an diesem die Bedingungen dafür gegeben waren. Dies war nun bei unserem jetzigen Versuche wirklich möglich. Der Hund hatte nämlich am 3. und 4. Mai je 700 Stärkemehl erhalten; am 4. Mai Abends 7 Uhr wurde ihm die letzte Portion mit einiger Schwierigkeit beigebracht und es ist im Tagebuch bemerkt, er hätte wohl nicht mehr ertragen, trotzdem erschien an den beiden Versuchstagen kein Koth, es trat auch kein Erbrechen ein. Am 5. Mai bekam er nach Abschluss des Versuches um 9 Uhr Vormittags zur Abgrenzung des Kothes Knochen; am 5. Mai Nachmittags

halb 2 Uhr kamen 244 Koth, wovon 126 Gramm der früheren Fütterung mit gemischter Kost und 118 Gramm der Stärkefütterung angehörten und erst am 6. Mai Früh 7 Uhr wurde mit den gegebenen Knochen der letzte Stärkekoth ausgeschieden. Es blieb also der Rest der unverdauten Stärke nach Abschluss des Versuches noch 24 Stunden im Darne zurück und es konnte von derselben noch ein Antheil resorbirt werden, welcher demnach bei unserer Rechnung vom Koth abging. Es ist dann gerade so, als ob an diesem Tage weniger Stärke gefüttert worden wäre; es muss also bei Abschluss des Versuches entweder alles in den unteren Theilen des Dickdarmes, an welchen nichts mehr resorbirt wird, angelangt sein, oder noch besser aller Inhalt entleert sein. Dies war nun bei unserem Versuche mit extremen Stärkemengen nicht der Fall. Der dadurch entstehende Fehler konnte nur möglichst verkleinert werden, wenn man längere Zeit die grössere Menge der Stärke gab und am Schlusse des Versuches für rasche Entleerung des Darmes Sorge trug.

Ehe wir zu dieser Erkenntniss gekommen waren, machten wir einen zweiten Versuch mit 700 Stärke, der noch unter ähnlichen Umständen wie der eben vorgeführte angestellt wurde und deshalb auch ein ähnliches, ja noch auffallenderes Resultat gab. Wir wollen der Vollständigkeit halber auch die Zahlen dieses Versuches hierher setzen.

b) 5. Juni 1861.

Der Hund hatte längere Zeit gemischtes Fressen erhalten; am 3. und 4. Juni hungerte er, am 5. Juni bekam er 700 Stärke, am 6. Juni hungerte er wieder und am 7. Juni wurden zur Abgrenzung des Kothes Knochen gegeben. Es fanden sich dabei folgende Harnstoffmengen:

	Futter	Harnstoff
4. Juni	0	9.6
5. „	700 St. 17 Fett	13.5
6. „	0	8.3

Am 5. Juni bestimmten wir im Respirationsapparate die Quantität der ausgeschiedenen Kohlensäure mit folgendem Resultate:



Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harn- menge	Harn- stoff <sup>1)</sup>	Kohlensäure
5. Juni	33,900	869	392	13,8	547,1
6. "	34,500				

In den Einnahmen und Ausgaben befanden sich an Kohlenstoff und Stickstoff:

	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>Einnahmen:</b>		
in 700,0 Stärke . . .	260,9	1,0
in 17,0 Fett . . . .	13,0	0
Summe . . . . .	273,9	1,0
<b>Ausgaben:</b>		
in 392,0 Harn . . . .	4,6	6,4
in 214,0 Koth . . . .	17,3	1,1
in der Respiration . .	149,2	0
Summe . . . . .	171,1	7,5
Differenz . . . . .	+ 102,8	- 6,5

Daraus erhält man:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in den Zersetzungs- produkten . . . .	171,1	7,5
in 191,2 Fleisch . .	23,9	6,5
in 589,5 trockener Stärke . . . . .	260,9	1,0
Rest . . . . .	+ 113,7	0
21,4 Fett aus zerset- tem Eiweiss bei 51% Rest . . . . .	16,4	0
	+ 97,3	0

1) Es wurden für diesen Tag 214,0 frischer = 38,7 trockener Koth abgegrenzt.

Es bleiben demnach abermals mindestens 97,3 Kohlenstoff, d. i. 36% des Kohlenstoffs der aufgenommenen Stärke im Körper zurück. Da hier nur an einem Tage die grosse Menge Stärke gegeben wurde, so ist es leicht möglich, dass am Ende des Versuchstages in der Form von Zucker etc. ein Theil dieses Kohlenstoffs in den Organen und Säften sich vorfand. Ebenso wurde sicherlich ein Theil davon als Grubengas entfernt. Besonders günstig waren aber hier die Verhältnisse für eine Zurückhaltung unveränderter Stärke im Darmkanale. Am 5. Juni waren die 700 Stärke verzehrt worden; am 6. Juni hungerte das Thier; am 7. Juni erhielt es in der Frühe um 9 Uhr Knochen, worauf am nämlichen Tage um 1/23 Uhr Nachmittags der erste Koth und den Tag darauf, am 8. Juni Vormittags, der Rest entleert wurde. Namentlich am 6. Juni, am Hungertage nach der Stärkefütterung, konnte die im Darne noch befindliche Stärke resorbirt werden und so vom nachträglichen Koth in Abzug kommen.

Dass dem wirklich so war, beweist ein Respiationsversuch, welcher an diesem Tage angestellt wurde. Wir erhielten dabei:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
6. Juni	34,500	180,0	271,0	8,3	402,9
7. "	33,990				

Die Ausgaben an Kohlenstoff und Stickstoff stellten sich wie folgt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in 271,0 Harn . . . .	3,0	3,9
in der Respiration . .	109,8	0
Summe . . . . .	112,8	3,9

Es wurden also zersetzt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
in 113,8 Fleisch . . . .	14,2	3,9
Rest . . . . .	98,6	0
der Rest in Fett ausgedrückt gibt 128,8 Fett mit . . . .	98,6	0

Vergleicht man dieses Resultat mit dem der früher<sup>1)</sup> mitgetheilten Hungerversuche, so ergibt sich:

	6ter Hungertag	10ter Hungertag	2ter Hungertag	5ter Hungertag	8ter Hungertag	hier
Fleischverbrauch	175	154	341	167	158	114
Fettverbrauch	107	83	86	105	99	129
Kohlensäureabgabe	366	259	380	358	334	403

Wir finden also hier, nachdem den Tag vorher viel Stärkemehl gegeben und die beiden vorausgehenden Tage gehungert worden war, eine auffallend grosse Kohlensäureausscheidung, welche einer sehr bedeutenden Fettzersetzung entsprechen würde. Für diese Kohlensäuremenge findet sich sonst kein Grund vor und sie lässt sich nur erklären, wenn man annimmt, dass von der Stärkekümmung des vorhergehenden Tages noch Stärke im Darne zurückgeblieben ist, welche am Hungertage resorbiert und zerstört wurde.

Man ersieht aus den beiden vorstehenden Versuchen recht deutlich, wie genau man alle Umstände dabei überlegen muss und wie leicht man zu Irrthümern verleitet werden kann.

Es blieb uns also jetzt noch die Aufgabe, die Aufspeicherung von Kohlehydraten im Körper während des Respirationsversuches und die nachträgliche Aufnahme unverdauter Stärke aus dem Darne zu verhüten, indem vor demselben während einiger Tage und auch nachher die gleiche Portion Stärke gegeben wurde. Zuletzt musste rasch durch Knochenfütterung der im Darne befindliche Rest entfernt werden; wir erhielten so die gesammte Kothmenge der Versuchstage möglichst genau, höchstens konnte noch nach dem Schlusse des Versuches bis zur Abgrenzung des Kothes mittelst der Knochen etwas Stärke aufgenommen werden, so dass also die Menge des Kothes etwas zu niedrig ausfallen wird.

c) Reihe vom 10.—15. Juli 1873.

Nachdem der Hund lange Zeit gemischtes Fressen erhalten und dadurch in vortrefflichen Ernährungs- und Verdauungszustand versetzt worden war, was absolut nöthig ist, um die enorme Menge des Stärkemehls zu ertragen und in 24 Stunden möglichst zu ver-

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1869. Bd. V. S. 374 und S. 381.

dauen, hungerte er am 9. Juli, um die Hauptmasse des cirkulirenden Eiweisses zur Zersetzung zu bringen. Dann erhielt er während 5 Tagen, vom 10.—15. Juli, je 700 lufttrockene Stärke in der Form von Kuchen, die nach Anrührung der Stärke mit Wasser mit etwas Fett ausgebacken worden waren. Er frass dieselben nur an den ersten Tagen freiwillig; später mussten sie ihm zwangsweise, d. h. durch Einschoppen beigebracht werden. Am 3. und 5. Tage der Fütterung, am 12. und 14. Juli, kam das Thier in den Respirationsapparat zur Bestimmung der im Athem abgegebenen Kohlensäure. Wir erhielten dabei folgendes:

Datum 1873	Nahrung			Harn- menge	Harnstoff	Koth trocken	Kohlen- säure
	Stärke	Fett	Wasser				
9. Juli	0	0	—	1069	45,4	0	—
10. "	700	—	—	798	36,6	0	—
11. "	700	21,7	947	470	13,3	108,7	—
12. "	700	22,3	1000	446	10,9	95,5	785,2
13. "	700	20,7	1000	544	12,4	189,3	—
14. "	577	21,2	1000	467	17,5	107,1	799,5

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass an den späteren Tagen täglich mehrere Male, ähnlich wie bei Brodfütterung, Koth entleert wurde. Der erste Stärkekoth erschien am 11. Juli Nachmittags 3 Uhr, also 27 Stunden nach Aufnahme der ersten Stärkekuchen. In den ersten Tagen war der Koth weich und breiartig, dann nahm er Wurstform an; an der Oberfläche befanden sich rothe Streifen von Blut, mit dem Mikroskope waren darin zahllose Stärkekörnchen wahrzunehmen. Am fünften Fütterungstage fand sich nach Beendigung des zweiten Respirationsversuches um 1/2 12 Uhr Mittags im Apparate ein Theil der gefütterten Stärkekuchen (106,5 Grm. bei 100° getrocknet) erbrochen vor, so dass also nur 577 lufttrockene Stärke zur Verwendung kamen; am Abend vorher war noch nichts im Käfige bemerkt worden, es musste also das Erbrechen erst während der Nacht eingetreten sein, ein Beweis, dass die grosse Menge Stärke erst spät völlig verdaut wird. Am 15. Juli nach Beendigung des Versuches erhielt der Hund, nachdem er 80,5 trockenen Koth entleert hatte, Knochen vorgesetzt, von denen

er aber nur wenig frass; am 16. Juli erschien Früh 5 Uhr der letzte auf die Stärkereihe fallende Koth, 26,6 Grm. im trockenen Zustande wiegend.

Wir fanden demnach im Ganzen 500,6 trockenen Koth, auf 3377 lufttrockene Stärke treffend; auf 700 Stärke berechnen sich daher 103,7 trockener Koth und auf 577 Stärke 85,5 trockener Koth<sup>1)</sup>. In 103,7 trockenem Koth befinden sich 2,54 Stickstoff, in 85,5 trockenem Koth 2,10 Stickstoff.

Wir erhalten nun folgende Bilanz des Kohlenstoffs und Stickstoffs für die beiden Respirationsversuche:

1)	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>Einnahmen:</b>		
in 700,0 Stärke . . . .	268,7	1,03
in 22,3 Fett . . . . .	17,1	0
<b>Summa . . . . .</b>	<b>285,8</b>	<b>1,03</b>
<b>Ausgaben:</b>		
in 446,0 Harn . . . . .	3,6	5,07
in 103,7 Koth . . . . .	51,5	2,51
in der Respiration . . . .	214,1	0
<b>Summa . . . . .</b>	<b>269,2</b>	<b>7,51</b>
Differenz . . . . .	+ 16,6	- 6,58

1) Nach den von Dr. J. Forster ausgeführten Bestimmungen finden sich: I. in der lufttrockenen Stärke 86,97 und 86,81, d. i. im Mittel 86,89% feste Theile; ferner in der wasserfreien Stärke 0,391 und 0,406, d. i. im Mittel 0,398% Asche; endlich 0,150, 0,187 und 0,174, d. i. im Mittel 0,170% Stickstoff.

II. im trockenen Koth sind:

	% Fett	% Asche	% Stickstoff
1)	4,51	8,43	2,48
2)	4,15	9,12	3,28
3)	1,68	5,29	1,42
4)	3,91	6,54	3,52

es kommen also auf:

	Fett	Asche	Stickstoff
1) 108,7 Koth	5,01	9,16	2,70
2) 95,5 "	3,96	8,71	3,13
3) 189,3 "	3,18	10,01	2,69
4) 107,1 "	4,19	7,00	3,77
500,6 Koth	16,34	34,88	12,29

Dies ergibt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>in den Zersetzungs-</b> <b>produkten . . . . .</b>	<b>269,2</b>	<b>7,61</b>
in 193,5 Fleisch . . . .	24,2	6,58
in 608,2 trockener Stärke	268,7	1,03
Rest . . . . .	- 23,7	0
21,7 Fett aus zersetztem Eiweiss bei 51 % . . . .	16,6	0
Rest . . . . .	- 7,1	0

2)	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>Einnahmen:</b>		
in 577,0 Stärke . . . . .	221,6	0,85
in 21,2 Fett . . . . .	16,2	0
<b>Summa . . . . .</b>	<b>237,8</b>	<b>0,85</b>
<b>Ausgaben:</b>		
in 457,0 Harn . . . . .	5,8	8,18
in 85,5 Koth . . . . .	42,5	2,10
in der Respiration . . . .	218,0	0
<b>Summa . . . . .</b>	<b>266,3</b>	<b>10,28</b>
Differenz:	- 28,5	- 9,43

Dies ergibt:

	Kohlenstoff	Stickstoff
<b>in den Zersetzungs-</b> <b>produkten . . . . .</b>	<b>266,3</b>	<b>10,28</b>
in 277,3 Fleisch . . . .	34,7	9,43
in 501,4 trockener Stärke	221,6	0,85
Rest . . . . .	- 10,0	0
in 13,0 Fett von dem 21,2 Fett der Nahrung zer- setzt . . . . .	10,0	0
Rest . . . . .	0	0

Am ersten Versuchstage (bei 700 Stärke) bleibt also ein Rest von 7 Kohlenstoff, der von den Einnahmen und den Zersetzungen im Körper in den Ausgaben nicht gefunden wurde, unter der Annahme, dass das wenige mit der Nahrung aufgenommene und das aus dem zersetzten Eiweisse entstandene Fett angesetzt worden ist; diese 7 Kohlenstoff (3% des Kohlenstoffs der Stärke) können sehr wohl in den unvermeidlichen Fehlerquellen eines Versuches über so verwickelte Vorgänge liegen, sie können aber auch durch das hier nicht bestimmte bei Stärkekütterung stets ausgeschiedene Grubengas oder durch den aus vorher angegebenen Gründen auch jetzt noch nicht vollständig erhaltenen Koth gedeckt werden.

Am zweiten Versuchstage, an welchem der Hund in Folge des Erbrechen eines Theiles der Stärke weniger davon erhielt und sehr unruhig war, fand sich nicht nur der Kohlenstoff der im Darne behaltene Stärke völlig in den Ausscheidungen wieder vor, sondern auch der Kohlenstoff des zersetzten Fleisches und der grösste Theil des Kohlenstoffs des in den Stärkekuchen eingebackenen Fettes.

Die beiden Versuche halten wir für entscheidende; beim Hunde wird der Kohlenstoff des Stärkemehles, auch in der extremsten Menge, in welcher er vom Darne aus noch in die Säftemasse aufgenommen wird, in Zeit von 24 Stunden ohne jeden Zweifel vollständig wieder ausgeschieden, und es bleibt nichts davon zurück, um Fett daraus zu erzeugen und zum Ansatz zu bringen.

Der erste Versuch ist ein äusserster Fall, bei dem von einem Thiere von etwa 34 Kilo Gewicht 504.5 Grm. des Kohlehydrates resorbirt worden sind und bei dem dasselbe sehr ruhig sich im Käfig verhielt. Beim zweiten Versuche wurden 415.9 Grm. des Kohlehydrates in die Säfte aufgenommen; der Hund war dabei, wie oben angegeben, unter Tags sehr unruhig und athmete keuchend, daher etwas mehr Kohlensäure als beim ersten Versuche austrat und neben dem Kohlenstoff der resorbirten Stärke auch noch der des in grösserer Menge zersetzten Fleisches und zur Hälfte der des verzehrten Fettes in den Zersetzungsprodukten wieder erschien.

Ganz anders als das Stärkemehl verhält sich nach unseren

früheren Versuchen das Fett<sup>1)</sup>. Giebt man nur 100 Fett, so wird eben der Fettverlust vom Körper aufgehoben; bei 350 Fett dagegen erscheint ausser dem Kohlenstoff von 227 Fleisch, welche zersetzt worden sind, nur der von 164 Fett, derjenige von 186 Fett (53% des aufgenommenen) blieb dagegen im Körper zurück und wurde darin in Fett abgelagert, während aller Kohlenstoff einer viel grösseren Menge von Stärkemehl in den Ausgaben auftritt.

Zum Schlusse fügen wir noch einige Versuche, bei welchen Brod, also ebenfalls grössere Mengen von Stärkemehl gefüttert worden sind, an, da sie sich am besten hier anreihen lassen.

VII. Abschnitt.  
Fütterung mit Brod.

1) 800 Brod.

Reihe vom 6. - 9. März 1861.

Der Hund hatte nach vorheriger Fütterung mit 400 Fleisch und 200 Leim während 3 Tagen je 800 Brod erhalten. Am dritten Tage wurde mittelst des Respiationsapparates die ausgeschiedene Kohlensäure bestimmt. Wir erhielten dabei:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Koth <sup>2)</sup>	Kohlensäure
8. März	32.820	963	410	21.3	268.3	380.2
9. "	33.150					

Die Zerlegung der Einnahmen und Ausgaben in die Elemente ergibt:

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Einnahmen:</b>						
Brod . . . . .	800.0	370.8	194.9	27.7	10.2	178.7
Wasser . . . . .	963.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	448.9	—	—	—	—	448.9
	2211.9	1333.8	194.9	27.7	10.2	627.6
		148.2 H		148.2		1185.6
		1185.6 O		175.9		1813.2

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1860, Bd. V. S. 388 und S. 392.

<sup>2)</sup> Für die 3 Tage wurden 841.7 frischer = 206.1 trockener Koth abgegrenzt  
Zeitschrift für Biologie. IX. Band. 34

	HO	C	H	N	O	Asche
<b>Angaben:</b>						
Harn . . . . .	410.0	872.0	7.2	1.7	9.9	8.3
Koth . . . . .	280.6	211.9	32.6	4.5	2.0	21.8
Respiration . . . . .	1303.6	623.4	158.2	—	—	422.0
	1894.2	1207.3	198.0	6.2	11.9	455.1
		134.1 H		134.1		1073.2
		1073.2 O		140.3		1529.3
Differenz: . . . . .	+ 317.7	—	— 3.1	+ 35.5	— 1.7	+ 284.9
						+ 2.0

	C	H	N	O	Asche
Gesamtaufsatz . . . . .	197.9	140.4	11.9	1079.4	15.7
in 800.0 Brod . . . . .	194.9	68.9	10.2	508.2	17.7
in 50.3 Fleisch vom Körper her . . . . .	6.8	5.1	1.7	96.5	0.6
in 4.2 Fett aus zersetztem Fleisch an . . . . .	3.2	0.5	0	0.5	0
Rest . . . . .	0	— 66.9	0	— 535.2	+ 2.5

Sauerstoff berechnet: 448.9.

Es wurde demnach im Körper zersetzt:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
429	— 50	+ 4	+ 326	449

In 800.0 Brod befinden sich 66.4 Eiweiss (= 302 Fleisch) und 353.6 Stärkemehl, es steht also dieser Versuch am nächsten dem S. 447 mitgetheilten bei Fütterung mit 400 Fleisch und 344 trockener Stärke. Auch damals wurde alle Stärke zersetzt, noch Fleisch vom Körper abgegeben (13 Grm.) und aus dem zersetzten Eiweisse Fett abgelagert (39 Grm.); die Kohlensäureausscheidung betrug dabei 578 Grm., hier 580 Grm. Ein Unterschied besteht nur darin, dass bei Verzehrung der Stärkekuchen mit Fleisch-blos

14.0 trockener Koth entleert wurde, bei Verzehrung von Brod dagegen 68.7 Grm.; immer wird nach Brodgenuss viel Koth entleert, wie besonders aus den Versuchen von E. Bischoff<sup>1)</sup> und G. Meyer<sup>2)</sup> hervorgeht. Es kamen von dem Brode nur 360.5 trockene Substanz mit 53 Eiweiss (= 243 Fleisch) und 303 Stärke zur Resorption; deshalb wurde auch beim Stärkeversuche weniger Fleisch vom Körper abgegeben und mehr Fett daraus erspart als hier beim Brodversuche.

Wir haben als Resultat, dass bei Fütterung mit Brod in einer Menge, dass sie der Hund nicht freiwillig verzehrte, immer noch etwas Fleisch vom Körper abgegeben wurde, dass aber das Fett des Körpers intakt blieb, ja sogar noch etwas Fett, aus dem zersetzten Eiweisse herrührend, zur Ablagerung kam; ausserdem nahm der Körper an Wasser nicht unbeträchtlich zu. Von einem Fettsatze aus der Stärke, trotz der nicht unbedeutenden Menge derselben, kann keine Rede sein.

## 2) 900 Brod.

Reihe vom 20.—26. Juli 1863.

In einer vorausgehenden Reihe, deren Resultate S. 444 dieser Abhandlung von uns beschrieben worden sind, waren dem Hunde täglich 400 Fleisch und 400 Stärkemehl dargereicht worden, mit denen er sich nahezu auf dem Stoffgleichgewichte erhielt; darauf folgte eine sechstägige Reihe (vom 20.—26. Juli) bei Fütterung mit 900 Brod täglich; der Hund nahm diese grosse Menge nicht freiwillig auf, sondern es musste ihm ein Theil davon eingestopft werden. An den sechs Tagen wurden folgende Harnstoffmengen ausgeschieden:

Harnstoff:	
1)	24.3
2)	23.5
3)	19.3
4)	23.4
5)	21.3
6)	24.7

1) Diese Zeitschrift 1869 Bd. V S. 452.

2) Diese Zeitschrift 1871 Bd. VII S. 1.

Am vierten und sechsten Tage der Fütterung mit Brod, am 23. und 25. Juli, kam der Hund in den Respirationsapparat zur Ermittlung der gasförmigen Ausscheidungsprodukte und des dabei aufgenommenen Sauerstoffs. Dabei ergab sich:

Datum 1903	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harn- Harn- menge stoff <sup>1)</sup>	Kohlen- säure.	Wasser	H	Sauer- stoff	
23. Juli	32,527	964	694	23.4	658.8	561.5	0.9	477.9
24. "	32,952							
25. "	32,640	853	918	24.7	693.5	480.7	8.4	522.2
26. "	32,570							

Bei der Auseinandersetzung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben erhält man:

a) Den 23. Juli.

	HO	C	H	N	O	Asche	
<b>Einnahmen:</b>							
Brod . . . . .	900.0	414.7	220.4	31.3	11.6	202.1	20.0
Wasser . . . . .	964.0	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	477.9	—	—	—	—	—	—
<b>Zusammen</b>	<b>2341.9</b>	<b>1378.7</b>	<b>220.4</b>	<b>31.3</b>	<b>11.6</b>	<b>680.0</b>	<b>20.0</b>
		153.2 H				1225.5	
		1225.5 O				1905.5	
<b>Ausgaben:</b>							
Harn . . . . .	694.0	651.6	8.0	1.8	10.9	9.2	12.4
Haare . . . . .	1.7	(1.7)	—	—	—	—	—
Koth . . . . .	339.1	271.2	32.3	4.5	2.0	24.6	4.6
Respiration . . . . .	1220.2	561.5	179.6	0.9	—	479.2	—
<b>Zusammen</b>	<b>2253.0</b>	<b>1486.0</b>	<b>219.9</b>	<b>7.2</b>	<b>12.9</b>	<b>513.0</b>	<b>17.0</b>
		165.1 H		165.1		1320.9	
		1320.9 O		172.3		1833.9	
Differenz:	+ 86.9	—	+ 0.5	+ 12.2	- 1.3	+ 71.6	+ 3.0

1) Für die 6 Tage wurden 2034.9 frischer = 407.3 trockener Koth abgezogen. Am 25. Juli wurden 319.0 frischer Koth entleert.

	C	H	N	O	Asche
<b>Gesamtumsatz . . . . .</b>	<b>219.9</b>	<b>172.3</b>	<b>12.9</b>	<b>1336.0</b>	<b>17.0</b>
In 900.0 Brod . . . . .	220.4	77.4	11.6	570.7	20.0
in 38.8 Fleisch vom Körper her . . . . .	4.9	0.7	1.3	2.0	0.5
in 7.0 Fett aus zersetztem Eiweiß an . . . . .	5.4	0.8	0	0.8	0
Rest . . . . .	0	- 95.1	0	- 784.1	+ 3.5

Sauerstoff berechnet: 500.8  
Sauerstoff auf: 477.9 (- 5%)

Daraus erhält man:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiß	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
485	- 39	+ 7	+ 89	478

b) Den 25. Juli.

	HO	C	H	N	O	Asche	
<b>Einnahmen:</b>							
Brod . . . . .	900.0	414.7	220.4	31.3	11.6	202.1	20.0
Wasser . . . . .	853.0	—	—	—	—	—	—
Sauerstoff . . . . .	522.2	—	—	—	—	—	—
<b>Zusammen</b>	<b>2275.2</b>	<b>1267.7</b>	<b>220.4</b>	<b>31.3</b>	<b>11.6</b>	<b>724.3</b>	<b>20.0</b>
		140.8 H		140.8		1126.9	
		1126.9 O		172.1		1851.2	
<b>Ausgaben:</b>							
Harn . . . . .	918.0	876.1	7.3	1.7	11.7	8.5	12.7
Haare . . . . .	1.3	(1.3)	—	—	—	—	—
Koth . . . . .	339.1	271.2	32.3	4.5	2.0	24.6	4.6
Respiration . . . . .	1092.6	480.7	164.6	8.4	—	435.9	—
<b>Zusammen</b>	<b>2851.0</b>	<b>1629.3</b>	<b>204.2</b>	<b>14.6</b>	<b>13.7</b>	<b>472.0</b>	<b>17.3</b>
		181.0 H		181.0		1448.3	
		1448.3 O		195.6		1920.3	
Differenz:	- 75.8	—	+ 16.2	- 23.5	- 2.1	- 63.1	+ 2.7

	C	H	N	O	Aesche
Gesammsumme . . . . .	204.2	195.6	13.7	1995.1	17.3
in 900.0 Brod . . . . .	220.4	77.4	11.6	370.7	20.0
in 60.3 Fleisch vom Körper her . . . . .	7.5	1.9	2.1	3.1	0.8
in 31.0 Fett aus zersetztem Eiweiss an . . . . .	23.7	3.7	0	3.6	0
Rest . . . . .	0	-120.9	0	-827.8	+3.5

Sauerstoff berechnet = 383.1  
 Sauerstoff auf = 522.2 (+ 36%)

Daraus erhält man:

trockenes Brod zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper aus Eiweiss	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
485	- 60	+ 31	- 92	522

In beiden Versuchen stellt sich also wie im ersten Versuche bei Fütterung mit 800 Brod eine vollständige Zersetzung des Stärkemehls, eine Abgabe von Fleisch vom Körper und ein geringer Ansat von Fett aus dem zersetzten Eiweiss heraus. Im Mittel beträgt der Verlust an Fleisch 49 Grm., der Fettsatz 19 Grm.

In 900.0 Brod sind 74.7 Eiweiss (= 340 Fleisch) und 397.8 Stärkemehl enthalten; davon wurden 417.4 trockene Substanz mit 62 Eiweiss (= 282 Fleisch) und 371 Stärke resorbiert.

In der dieser Brodreihe vorausgehenden Reihe wurden 400 Fleisch und 344 trockene Stärke gereicht, also etwas mehr Eiweiss und etwas weniger Stärke als bei der Brodfütterung. Die Resultate beider Versuche stimmen dem entsprechend nahezu überein.

Zur leichteren Uebersicht stellen wir die Hauptresultate der Versuche bei Fütterung mit Fleisch und Stärkemehl, mit Stärkemehl allein und mit Brod zusammen.

Fleisch frisch	Nahrung			Aenderung im Körper				Sauerstoff		
	Stärke oder Zucker trocken	Brod	Fett	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Stärke oder Zucker zersetzt	Fett aus Nahrung vom Körper ab	Fett aus Eiweiss an	auf	nötig
0	379	17	-	211	- 211	379	+ 17	-	24	- 430
0	6/8	22	-	193	- 193	608	+ 22	-	22	-
(301)	(354)	-	800	(351)	- 50	354	-	-	4	- 449
(340)	(398)	-	900	(389)	- 49	398	-	-	19	500 442
400	210	10	-	436	- 36	210	- 10	8	-	- 440
400	227 Z.	-	-	393	+ 7	227 Z.	-	25	-	- 435
400	344	6	-	344	- 13	344	+ 6	-	39	467 382
500	167	6	-	530	- 30	167	+ 6	-	8	268 269
500	182 Z.	-	-	537	- 37	182 Z.	-	-	16	255 350
800	379	14	-	608	+ 192	379	+ 14	-	55	- 472
1500	172	4	-	1475	+ 25	172	+ 4	-	43	561 487
1800	379	16	-	1469	+ 331	379	+ 16	-	112	- 611

Aus unserem Versuchsmateriale lassen sich zur Darstellung der Wirkung des Stärkemehls oder Zuckers auf die Zersetzungs Vorgänge im Thierkörper folgende allgemeine Schlussfolgerungen ziehen.

In dem Darmkanale des Hundes kann eine grosse Menge von Stärkemehl in Zucker umgewandelt und sehr viel Zucker resorbiert werden. Es ist, wie von vornherein zu erwarten war, für den Stoffumsatz ganz gleich, ob man Stärkemehl im Darne in Zucker umwandeln und resorbieren, oder die aequivalente Menge Traubenzucker vom Darne aus in die Säfte treten lässt. Im Maximum wurden von dem im Mittel 34 Kilo schweren Thiere 504 Grm. trockener Stärke in einem Zeitraum von 24 Stunden im Darne verdaut und resorbiert, also von 1 Kilo Hund 15 Grm. Ein Ochse, welcher bei Beginn der Mast 1000 Pfund wiegt, nimmt nach der Angabe von Jul. Kühn<sup>1)</sup> in der Pflanzennahrung täglich etwa 13 Pfund stickstofffreie Extraktstoffe auf, dies macht auf 1 Kilo 13 Grm.; da nun nach Henneberg und Stohmann<sup>2)</sup> der verdaute Theil der stickstofffreien Extraktstoffe und die verdaute Holzfaser zusammen

1) Jul. Kühn, die zweckmässigste Ernährung des Rindviehs. 1871. S. 249.  
 2) Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Heft II. S. 358.

98% der Menge der in den Darm gelangten stickstofffreien Extraktstoffe beträgt, so nimmt 1 Kilo des Mastochsen täglich etwa 12.7 Grm. Zucker vom Darne in die Säfte auf, also nicht mehr als unser Hund bei reichlicher Stärkekütterung resorbirte. Der complicirt gebaute Darm des Pflanzenfressers leistet in Ueberführung von Stärkemehl in Zucker und in Resorption von Kohlehydraten nicht wesentlich mehr als der des Fleischfressers, sondern er ist vielmehr dafür eingerichtet, ein für den Darm des Fleischfressers schwer und im älteren Zustande gar nicht zugängliches Kohlehydrat, die Cellulose, in eine lösliche Verbindung überzuführen und dadurch auch aus den Cellulose haltigen Zellen unverändertes Stärkemehl, Eiweiss etc. frei und für die Verdauungssäfte zugänglicher zu machen.

Sind einmal die verschiedenen Modificationen der Kohlehydrate als Zucker in die Säfte übergegangen, so verhalten sich gegen dieselben selbstverständlich die Theile des Leibes des Pflanzenfressers ebenso wie die des Fleischfressers; nur können die Zersetzungen in ihren quantitativen Verhältnissen z. B. wegen verschieden grosser Zufuhr Verschiedenheiten zeigen, sie können jedoch auch ganz die gleichen sein, da unter Umständen wie sie in unseren Versuchen vorkommen, beim Fleischfresser ebensoviel Kohlehydrat bei den Zersetzungsprozessen im Körper in Mitwirkung tritt als beim Pflanzenfresser.

Es ist deshalb gewiss ungerocht, wenn noch immer so oft behauptet wird, dass Fütterungsversuche an einem fleischfressenden Hunde mit Stärkemehl oder Zucker nicht den mindesten Werth hätten um die Bedeutung der Kohlehydrate zu erkennen, weil Stärkemehl oder Zucker für den Fleischfresser keine Nahrungsstoffe seien oder wenigstens ganz ungeeignet für ihn erschienen.

Es kann dieser so oft vernommene Widerspruch nur darin seine Erklärung finden, dass durch unsere Versuche so manche lieb gewonnene Vorstellung nicht bestätigt, sondern im Gegentheil zerstört wird.

Der Hund ist für Versuche, durch welche die Prinzipien der Ernährung gefunden werden sollen, der geeignetste Organismus, da man ihm alle möglichen Nahrungsstoffe beibringen kann und durch die Residua im Darne viel weniger gestört ist als beim

Pflanzenfresser; es spielt sich bei ihm in den meisten Fällen der Verdauungsakt binnen 24 Stunden völlig ab und man erfährt viel leichter das, was resorbirt worden ist. Sind am Hunde die Prinzipien erkannt, so ist es noch sehr wichtig für die verschiedenen Organismen z. B. den Menschen, das Rind, das Schwein etc., deren rationelle Ernährung für unser Dasein von Bedeutung ist, die quantitativen Verhältnisse zu erüiren. Diejenigen, welche sich diesen Arbeiten hingeben, haben bisher dabei nur Gelegenheit gehabt, die von Bischoff und uns beiden aufgestellten, am Hunde gewonnenen Gesetze zu bestätigen, und sie haben in dieser Beziehung noch nie einen Unterschied zwischen den Fleischfressern und Pflanzenfressern gefunden.

Bei mittleren Gaben von Stärkemehl mit oder ohne Zusatz von Fleisch (bis zu 379 Grm. trockener Stärke im Tag in unseren Versuchen) wird nur sehr wenig Koth ausgeschieden; derselbe besteht in diesem Falle wie der Koth nach ausschliesslicher Fleischnahrung grösstentheils aus den Residuen der Darmsäfte und der übrigen Ausscheidungen im Darne. Erst wenn die Menge der trockenen Stärke beträchtlich darüber sich erhebt, wird der Koth massiger und tritt unveränderte Stärke in Menge in ihm auf, da dann die Grenze für die Umwandlung derselben gekommen ist. Die Vermehrung des Kothes bei grösseren Stärkegaben zeigt folgende Tabelle sehr deutlich:

Fleisch	Nahrung		trockener Koth im Tag	in % des trockenen Kohlehydrates
	trockene Stärke oder Zucker	Brod frisch		
400	210	—	10.8	5.1
400	227 Z.	—	12.5	5.5
400	344	—	14.0	4.1
500	182 Z.	—	7.9	4.3
500	167	—	8.1	4.8
800	379	—	16.5	4.3
1500	172	—	18.0	10.4
1800	379	—	14.2	3.8
0	379	—	13.2	6.1
0	608	—	103.7	17.6
(302)	(354)	800	68.7	19.4
(340)	(398)	900	67.9	17.1



Aus der Reihe fallen nur die bei der Brodfütterung und bei der übermässig grossen Stärkegabe erhaltenen Zahlen, die im Verhältnisse zu der Menge der verzehrten Stärke zu hoch sind. Es ist schon früher dies eigenthümliche Verhalten des Brodes im Gegensatz zu der in anderer Form gegebenen Stärke in der oben citirten Abhandlung von G. Meyer besprochen worden. Auch im Brodcothe findet sich sehr viel unveränderte Stärke vor und seine Elementarzusammensetzung ist nahezu die gleiche wie die des gefütterten Brodes.

Der in die Säfte eingetretene Zucker zerfällt im Körper stets bis auf geringe Quantitäten vollständig und er wird schliesslich binnen kurzer Zeit bis zu Kohlensäure und Wasser verwandelt und dann ausgeschieden.

Man hat auffallender Weise neuerdings gelehnet, dass der Zucker im Thierkörper verbrenne, und dabei nicht gehörig bedacht, was denn aus dem Zucker werden soll, wenn Tag für Tag grosse Mengen desselben vom Darne aus in die Säfte gelangen wie z. B. beim Pflanzenfresser oder beim Hunde nach Fütterung mit Fleisch und Stärkemehl, und wenn sich der Organismus bei der betreffenden Kost eben auf dem Stoffgleichgewichte erhält. Man gründete diesen Zweifel vorzüglich auf Scheremetjewski's<sup>1)</sup> Versuche, welcher in die Jugularvene eines Kaninchens Lösungen der Natronsalze der Milchsäure, Capronsäure, Essigsäure, Ameisensäure und Benzoesäure, dann Traubenzucker und Glycerin einspritzte und darnach die Aenderung der Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme beobachtete. Er nahm bei dem milchsauren und capronsauren Natron und dem Glycerin eine Steigerung der Kohlensäureausfuhr und der Sauerstoffaufnahme wahr, bei Traubenzucker fand er jedoch hierin keine Aenderung. Aber von dieser Beobachtung und dem Schlusse, dass der Zucker als solcher innerhalb der Gefässe oder Gewebe nicht oxydirt werde, oder nur langsam zerlegt und der Oxydation zugänglich werde, ist ein weiter Sprung. Der eine von uns (V.) hat schon öfters betont, dass sich die Folgen von Einbringung von Substanzen in das Blut nicht für die gewöhnlichen

1) Scheremetjewski, Berichte der k. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Classe, 1868. S. 154.

Vorgänge, bei welchen die Stoffe vom Darne aus in das Blut gelangen, verwerthen lassen. Spritzt man eine Lösung von einigen Grammen Eiweiss in das Blut, so geht bekanntlich Eiweiss in den Harn über, weil auf ein Mal zu viel Eiweiss in das Blut gelangt, während vom Darne aus im Tag 500 Gramm davon in das Blut übergehen können, ohne dass eine Spur Eiweiss im Harn sich findet; man darf daher daraus nicht auf die Unzerstörbarkeit des Eiweisses im Körper schliessen. Ebenso wenig darf man, wenn man nach Einspritzung einer Lösung von einigen Grammen Traubenzucker in das Blut in kürzester Zeit den Harn zuckerhaltig findet, nicht entnehmen, dass der Zucker im thierischen Organismus nicht zerstört oder als solcher vom Darne gar nicht aufgenommen werde; wenn bei unserem Hunde in einem äussersten Falle in der Zeit von 18 Stunden 500 Zucker vom Darne aus in das Blut treten, so befinden sich in 1 Minute doch nur 0.5 Zucker in dem letzteren.

Man hat sich früher unter dem Worte Verbrennung oder Oxydation im Thierkörper vielfach falsche Vorstellungen gemacht. In demselben findet sich, wie der eine von uns (V.) bei vielen Gelegenheiten schon hervorgehoben hat, nicht eine einfache Annagung der Kohlenstoff- oder Wasserstofftheilchen einer Verbindung durch den Sauerstoff, sondern ein allmählicher Zerfall, wobei bei der Möglichkeit der Sauerstoffaufnahme nach und nach dieser in die Verbindung eintritt, so dass zwischen dem Traubenzucker und dem schliesslichen Auftreten von Kohlensäure und Wasser eine Unzahl von Zwischenstufen bestehen mag. Für jeden solchen Zerfall müssen Ursachen und Bedingungen vorhanden sein, wie z. B. für den ganz analogen Zerfall des Holzes im Ofen die Anzündungstemperatur, ohne welche der Sauerstoff nichts nützt; und so finden sich auch im Thierkörper die Ursachen und Bedingungen für den Zerfall des Eiweisses, des Fettes, des Zuckers etc. Entsprechend diesen Bedingungen wird in einer gewissen Zeit nur eine bestimmte Menge jener Stoffe zerlegt. Die Grösse der Zerlegung zeigt sich z. B. abhängig von der Quantität jener Stoffe und der Anwesenheit anderer. Man kann durch Fette oder Kohlehydrate den Umsatz des Eiweisses etwas beschränken, oder durch Kohlehydrate den Verbrauch des Fettes aufheben.

Dadurch erklären sich Scheremetjewski's Resultate ganz

einfach. Nimmt man ein hungerndes Thier, so wird eine gewisse Menge von Eiweiss und Fett von seinem Körper zerlegt und schliesslich eine gewisse Menge von Kohlensäure ausgeschieden. Es giebt Substanzen, wie z. B. das milchsaure Natron, welche rasch und in grosser Menge im Körper weiter zerfallen, ohne dass dadurch die Bedingungen der Zerlegung des Eiweisses oder Fettes wesentlich geändert werden; sie werden daher eine Vermehrung der Kohlensäure hervorbringen. Es giebt ferner andere Substanzen, wie die Benzoesäure, welche nicht zerlegt werden, sondern in den Harn übergehen, wesshalb darnach keine Aenderung in der Kohlensäureausscheidung bemerkt wird. Es giebt endlich Stoffe, und zu diesen gehört der Traubenzucker, deren Zerlegung nicht so leicht erfolgt wie die der Milchsäure etc., die aber die Zerlegung des Fettes hemmen, so dass trotz der Zerstörung des Traubenzuckers doch die Kohlensäureausscheidung sich nicht zu ändern braucht. Am zweiten Hungertage gab unser Hund 380 Kohlensäure aus, bei Fütterung mit 379 trockenem Stärkemehl 546 Grm.; es ist sicher, dass das Thier bei Darreichung von etwa 250 trockener Stärke wie beim Hunger 380 Kohlensäure entfernt hätte. Es ist hier ebenso wie bei Darreichung von Fett; am 8. Hungertage bestimmten wir 334 Kohlensäure und einen Fettverlust von 99 Grm. vom Körper; als wir 100 Fett dem Darne zuführten, wurden 312 Kohlensäure ausgeschieden und 101 Fett verbraucht, also keines mehr vom Körper abgegeben, wesshalb trotz der Zersetzung des Fettes der Nahrung die Kohlensäureausscheidung sich nicht änderte.

Eine ähnliche Erklärung der Zahlen Scheremetjewski's hat schon Sigmund Weiss<sup>1)</sup> gegeben, der sich ebenfalls für die Zerstörung des Zuckers im Thierkörper ausspricht. Man hat auf die genannten Versuche hin, alle möglichen Hypothesen namentlich über die Ursachen der Zuckerharnruhr aufgebaut, die alle jeglicher Begründung ermangeln. Denn, wenn auch der Zucker vor seinem gänzlichen Zerfalle zu Kohlensäure und Wasser allerlei Zwischenstufen durchmacht, wenn er z. B. zunächst in Glycerin verwandelt

1) Sig. Weiss, Sitz.-Ber. d. k. k. Acad. d. Wiss. zu Wien, 1873, Bd. LXXVII 8. Abtheilung, Januarheft.

würde, so ist dadurch die Oxydation des Zuckers doch nicht widerlegt; wir sprechen Alle von einer Verbrennung des Holzes, obwohl wir ganz gut wissen, dass das Holz als solches sich nicht mit dem Sauerstoff verbindet, sondern dass zuerst Zwischenstufen auftreten, welche durch die Anzündungstemperatur ohne Aufnahme von Sauerstoff entstehen. Es wäre sicherlich sehr erwünscht, wenn man fernerhin nur bei dem Zerfall einer chemischen Verbindung, der unter Eintritt von Sauerstoff geschieht, von einer Oxydation oder einer Verbrennung spräche; dann würde, sobald es sicher erwiesen wäre, dass der Zucker im Thierkörper ohne Bindung von Sauerstoff durch ein Ferment oder irgend eine Ursache in andere Stoffe übergeht, dies allerdings keine Verbrennung sein, aber dann dürfte man auch consequenter Weise nicht mehr von einer Verbrennung des Holzes oder des Fettes reden, sondern nur von einer Verbrennung derjenigen, grösstentheils noch unbekanntem Zersetzungsprodukte desselben, welche Sauerstoff unter gewissen Umständen in sich aufnehmen. Es wird diese scharfe Unterscheidung namentlich dann nothwendig werden, wenn man einmal die Zwischenglieder der Zersetzung kennt und die Ursachen der Spaltung jedes einzelnen aufsucht.

Wir stellen dem gegenüber nach unseren Versuchen den Satz auf, dass der von der Nahrung in die Säfte übergegangene Zucker innerhalb 24 Stunden (höchstens bis auf kleine im Körper zurückbleibende Mengen) zerstört und schliesslich zu Kohlensäure und Wasser umgewandelt wird.

Demgemäss ist es auch unmöglich, dass in diesen Fällen aus den Kohlehydraten im Körper Fett sich gebildet hat. Dies führt uns jetzt zur Erörterung der Frage, in wie weit die aus der Nahrung aufgenommenen Kohlehydrate in Fett verwandelt werden könnten.

Das Austreten von eben so viel Kohlenstoff in den Exkreten, als in dem verzehrten Kohlehydrat enthalten war, würde noch kein Beweis gegen die Fettbildung aus Kohlehydraten sein, da ja im Körper noch andere kohlenstoffhaltige Verbindungen zerstört werden, vor Allem und immer eiweissartige Substanzen und unter Umständen auch Fett.

Man muss also zunächst die Grösse der Zersetzung des Eiweisses kennen und dessen Kohlenstoff mit in Betracht ziehen. Wir erschliessen diese aus der Stickstoffausscheidung im Harn und Koth. In einigen Fällen ist nun die Kohlenstoffausgabe so gross, als der Kohlenstoffgehalt des zersetzten Eiweisses und der aufgenommenen Stärke. Dies ist aber nicht immer der Fall, der Kohlenstoffverlust kann grösser und kleiner ausfallen und es fragt sich, welchen Schluss man daraus ziehen darf.

Ist die Kohlenstoffmenge des zersetzten Eiweisses und des eingenommenen Kohlehydrates kleiner als die der Ausgaben, so ist noch Kohlenstoff vom Körper abgegeben worden; dieser kann aber, da der Kohlenstoff der eiweissartigen Substanzen schon berücksichtigt ist, nur in stickstofffreien Stoffen des Körpers enthalten gewesen sein und von diesen kommt in erheblicher Quantität nur das Fett in Betracht, denn die übrigen im Körper vorhandenen stickstofffreien Stoffe stammen aus dem kurz vorher zerfallenen Eiweisse und Fett oder den Kohlehydraten der Nahrung ab. Man könnte allerdings noch annehmen, dass vom Körper viel mehr Fett abgegeben und dagegen Kohlenstoff aus den Kohlehydraten in der Form von Fett abgelagert worden ist. Aber es ist von vorneherein im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass aus dem vom Darne eingeführten Zucker Fett entsteht, und in demselben Augenblicke am Körper abgelagertes Fett zerfällt. Man ist im Stande den Fettverlust vom Körper durch Kohlehydrate des Fatters zu verhüten; unser Hund giebt bei Zufuhr von etwa 200 trockener Stärke kein Fett von sich mehr ab; würde also wie sonst beim Hunger im Tag 100 Fett dabei zerstört, so müssten aus 200 Stärke 100 Fett hervorgehen, was ganz unmöglich ist; alles erklärt sich aber ganz einfach, wenn man annimmt, dass der Zucker leichter zersetzt wird als das Fett und er also das Fett vor der Verbrennung schützt; erst wenn die Kohlehydrate der Nahrung nicht zureichen, wird noch Fett vom Körper angegriffen.

Das Fett kann unzweifelhaft im Thierkörper zerstört werden; wir sehen dies bei hungernden Thieren, bei denen schliesslich so gut wie alles Fett verschwunden ist, oder aus den Resultaten der Versuche bei Fettfütterung. Dass aber die Kohlehydrate viel leichter und in

grösserer Menge zerlegt werden und dass das Fett erst an die Reihe kömmt, wenn die vorhandenen Kohlehydrate verbraucht sind, zeigt der Vergleich der Zufuhr von Fett und Kohlehydraten; denn während bei Fütterung von 350 Fett mit 268 Kohlenstoff nur 519 Kohlensäure austraten, fanden sich bei 608 Stärkemehl mit ebenfalls 268 Kohlenstoff 785 Kohlensäure; vom Fette wurde eben ein grosser Theil nicht zersetzt, sondern angesetzt.

Ist dagegen in den Ausgaben weniger Kohlenstoff enthalten, als in dem zersetzten Eiweisse und dem eingeführten Stärkemehl und Fett, so ist Kohlenstoff im Körper zurückgehalten worden. Dieser Kohlenstoff wird von uns als im Fett vorkommend berechnet.

Wir wissen wohl, dass im Thierkörper ausser eiweissartigen Substanzen noch andere stickstoffhaltige Stoffe und Zersetzungsprodukte vorkommen, und dass ziemlich viele stickstofffreie Stoffe sich darin finden, z. B. Zucker, Glycogen, niedere Fettsäuren etc.; aber diese Stoffe sind constante Zersetzungsprodukte des Eiweisses, des Fettes und der Kohlehydrate und mit diesen schon in Rechnung gebracht. Ihre Menge im Körper kann allerdings, namentlich bei Aenderung in der Kost, Schwankungen unterliegen, es kann z. B. bei reichlicherer Fütterung mit Kohlehydraten Glycogen sich anhäufen, jedoch nur bis zu einer gewissen, ziemlich engen Grenze; wir haben deshalb, um den dadurch entstehenden Fehler zu vermeiden, beinahe immer mehrere Tage lang das gleiche Futter gegeben, ehe wir den entscheidenden Respirationsversuch anstellten.

Findet sich nun wirklich in den Ausgaben weniger Kohlenstoff vor und ist also Fett angesetzt worden, so darf man dieses Fett nicht gleich aus den Kohlehydraten ableiten. Es kann zunächst das Fett, welches mit der Stärke in geringer Menge (bei unseren Versuchen 4—22 Grm. betragend) gegeben worden ist, abgelagert werden; denn es ist sehr wenig plausibel, dass das Fett der Nahrung zerstört wird und sich gleichzeitig Fett aus dem Stärkemehl derselben erzeugt, da wir, wie gesagt, aus anderen Erfahrungen wissen, dass der Zucker leichter angegriffen und zerlegt wird als das Fett; so lange also noch das Fett der Nahrung zureicht, werden wir dieses für den Fettansatz in Anspruch nehmen

und das abgelagerte Fett nicht erst aus anderen Substanzen entstehen lassen.

Wird nun der Kohlenstoff noch nicht gedeckt, so würde man immer noch einen Fehler begehen, wollte man jetzt den Beweis für den Uebergang von Zucker in Fett geführt glauben; es bleibt nämlich immer noch eine Substanz übrig, aus welcher Fett entstehen kann, das ist das sich zersetzende Eiweiss. Wir haben früher<sup>1)</sup> dargethan, dass bei Fütterung mit reinem Fleisch in bestimmten Fällen der Stickstoff desselben vollständig in den Exkreten erscheint, während der Kohlenstoff in nicht unbeträchtlicher Menge in der Form von Fett zurückbleibt; bei 2000—2500 Fleisch entsprach dies gegen 60 Fett oder 10—12% des zersetzten trockenen (3% des frischen) Fleische. Bei dem Zerfalle des Eiweisses und der Abspaltung der stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte tritt als eines der ersten stickstofffreien Zerfallprodukte Fett auf; das halten wir durch unsere Versuche für erwiesen; es fragt sich für unseren Fall nur, wie viel Fett dabei entstehen kann. Der eine von uns (V.) hat mit Henneberg angenommen,<sup>2)</sup> dass im Maximum aus 100 trockenem Eiweisse 51.4 Fett hervorgehen können oder aus 100 frischem Fleische 11.22 Fett, aus 100 trockenem Fleische mit 22 Eiweiss 47 Fett. Wenn nun die unter dem Einflusse des Zuckers abgelagerte Menge des Fettes die aus dem zugleich zersetzten Eiweisse entstandene nicht erreicht und in keinem Falle übertrifft, so wird es, wie schon früher S. 447 gesagt, höchst wahrscheinlich, dass das Fett nicht aus den Kohlehydraten hervorgegangen ist.

Dies ist nun bei unseren Versuchen durchgängig der Fall. Bei der Zersetzung von 100 frischem Fleisch können unserer Annahme nach möglicherweise 11 Fett hervorgehen. Wir erhielten nun bei unseren Versuchen als Fettsatz aus dem zerstörten Fleische:

1) Diese Zeitschrift 1871. Bd. VII S. 490.  
2) Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 116.

Nahrung			% Fett aus Fleisch an
Fleisch frisch	Stärke oder Zucker	Brod frisch	
400	210	—	0
400	227 Z.	—	0
400	314	—	10
500	167	—	3
500	167	—	4
500	167	—	5 3
500	167	—	4
500	167	—	3
500	167	—	3
500	167	—	0 1
500	167	—	1
500	182 Z.	—	4
500	182 Z.	—	2 3
500	182 Z.	—	3
800	379	—	9
1500	172	—	—
1800	379	—	8
(302)	(354)	800	1
(340)	(398)	900	2
(340)	(398)	900	5

Es wird also dabei niemals die Zahl 11% erreicht; nur in 2 Fällen, bei welchen das Extrem angestrebt worden war, bei Darreichung von 379 und 608 trockenem Stärkemehl musste die Zahl 11% bei der Berechnung angenommen werden.

Würde sich das abgelagerte Fett aus dem Kohlehydrate gebildet haben, so müsste die Menge desselben proportional der Menge des Kohlehydrates sein. Dies ist nun durchaus nicht der Fall, sondern es steht die angesetzte absolute Fettmenge in einer unverkennbaren Beziehung zu der Menge des zersetzten Fleisches.

Bei ausschliesslicher Fütterung mit Fett kann viel Fett abgelagert werden; wir sahen von 350 Fett 186 Grm. = 53% am Körper sich ansetzen. Bei ausschliesslicher Zufuhr der grössten Quantitäten von Stärkemehl wie 379 und 608 Grm. betrug der Fettsatz nur 22—24 Grm. Würde aus der Stärke das Fett hervorgehen, so würden darnach im Maximum aus 100 Stärke nur

4—6 Fett erzeugt werden und das Stärkemehl in dieser Beziehung mindestens 13mal weniger wirken als das Fett. Nach unserer Anschauung ist diese geringe Wirkung der grössten Stärkemenge für sich allein leicht verständlich, da dabei nur gegen 200 Fleisch der Zersetzung anheimgefallen sind. Sehr wichtig ist, dass, wenn einmal eine anscheinliche Quantität von Stärkemehl ohne Fleisch verabreicht worden ist, eine Steigerung derselben keine Steigerung im Fettsatz hervorruft, was doch der Fall sein müsste, wenn das Stärkemehl die Quelle des Fettes wäre; es ist dagegen dieses Verhalten einleuchtend, wenn das Fett aus dem Eiweisse abstammt, denn es ist beide Male gleich viel Eiweiss zersetzt worden. Wir erhielten nämlich:

trockene Stärke ein	Fleisch zersetzt	Fett aus Stärke oder Eiweiss an
379	211	24
608	193	22

Der innige Zusammenhang zwischen Fettbildung und Eiweissverbrauch tritt dadurch schlagend hervor. Die Steigerung der Kohlensäureausscheidung bis zu 799 Grm., durch Zufuhr von viel Stärke allein, spricht dagegen deutlich für die leichte Zersetzbarkeit des Zuckers im Thierkörper.

Bei der nämlichen Menge von Stärke wird nun viel mehr Kohlenstoff zurückbehalten, d. h. mehr Fett aufgespeichert, wenn zugleich mehr Eiweiss zerstört wird, so z. B. bei dem Versuche mit 1800 Fleisch und 379 Stärkemehl, wo der Fettsatz 112 Gmm. betrug; letzterer war also 5 mal grösser als bei Aufnahme der gleichen Stärkemenge ohne Fleisch, was nach den früheren Anschauungen gar nicht zu erklären ist, nach der unsrigen aber durch die 7 mal grössere Eiweisszersetzung leicht begreiflich ist. Als wir der gleichen Stärkequantität nur 800 Fleisch zusetzten, wurden nicht 112 Fett angesetzt wie vorher bei 1800 Fleisch, sondern nur 55 Gmm., d. h. es wurde trotz gleicher Stärkemenge bei 1800 Fleisch nochmal so viel Fett abgelagert, da die Eiweisszersetzung auch

doppelt so gross war. Nichts kann in der That für unsere Theorie beweisender sein als diese Versuche bei gleicher Stärkezufuhr, aber verschiedener Eiweisszersetzung, deren Resultate wir hier nochmals zusammenstellen:

trockene Stärke ein	Fleisch zersetzt	Fett aus Stärke oder Eiweiss an	Fettsatz aus 1) berechnet
1) 379	211	24	—
2) (341)	(344)	(39)	39
3) 379	608	55	67
4) 379	1469	112	132

Wenn das angesetzte Fett aus dem zersetzten Fleische abstammt, so kann man berechnen, wieviel Fett bei der verschiedenen Fleischzersetzung entstehen muss, wenn nach dem ersten Versuche aus 211 Fleisch 24 Fett abgelagert worden sind; die Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und dem betreffenden Versuche ist eine auffallende.

Jedermann muss dadurch zu der Schlussfolgerung gedrängt werden, dass das Fett nicht aus der Stärke, sondern aus dem Eiweisse hervorgegangen ist.

Es ist selbstverständlich, dass auch ein gewisser Zusammenhang zwischen der Grösse der Stärkezufuhr und der Fettablagerung bestehen muss, wenn auch das Fett nicht aus der Stärke hervorgeht. Da die Stärke das bei der Zersetzung des Eiweisses abgespaltene Fett vor dem weiteren Zerfalle schützt, so muss durch mehr Stärke bis zu einer gewissen Grenze absolut und prozentig mehr von diesem Fette erspart werden.

Bei Zufuhr von 400 Fleisch und 210 Stärke wird kein Fett angesetzt, ja sogar noch etwas Fett vom Körper abgegeben, da die Menge der Stärke zu gering ist; bei Vermehrung der Stärkezufuhr auf 344 Gmm. wurden 39 Fett abgelagert.

Bei 500 Fleisch und 167 Stärke wurden nur 8 Fett aus Eiweiss angesetzt, bei 1500 Fleisch und 172 Stärke 43 Gmm., da im letzteren Falle absolut mehr Fett zum Ersparen vorhanden war. Bei 1500 Fleisch und 172 Stärke fand ein Fettsatz von 43 Gmm. statt, bei 1800 Fleisch und 379 Stärke betrug trotz gleich grossem Ei-

weissumsätze der Fettsatz viel mehr, nämlich 112 Gmm., da durch das Plus der Stärke mehr von dem aus dem Eiweisse entstandenen Fette geschützt wurde. Bei 800 Fleisch und 379 Stärke war der Fettsatz nahezu der gleiche wie bei 1500 Fleisch und 172 Stärke, obwohl der Eiweissumsatz sehr verschieden war, da im ersten Falle zwar weniger Fett abgespalten wurde, aber von diesem wegen der bedeutenden Stärkezufuhr mehr erspart wurde.

Jede Eiweissmenge erfordert demnach eine bestimmte Menge von Kohlehydrat, um das aus dem Eiweisse entstandene Fett völlig zum Ansatz zu bringen. Darum sehen wir, dass bei den grösseren Stärkegaben von dem aus dem Eiweisse verfügbaren Fett, also prozentig, am meisten angesetzt wird, nämlich bei:

		Ansatz von Fett aus 100 Fleisch
mehr	400 Fleisch und 344 Stärke	10%
	800 " " 329 "	9%
Stärke	1800 " " 379 "	8%

Dagegen bei:

weniger	400 Fleisch und 210 Stärke	0%
	500 " " 167 "	2%
Stärke	1500 " " 172 "	3%

Die Menge des nach unserer Annahme aus 100 frischem Fleische abgespaltenen Fettes beträgt 11.22 Gmm. Diese Menge muss, wenn unsere Annahme richtig ist, auch wirklich abgelagert werden, wenn alles dieses Fett vor der weiteren Zerstörung durch die Kohlehydrate bewahrt wird, und dieser äusserste Fall muss eintreten bei den grössten Stärkegaben. In der That wird die Zahl 11% bei reichlichster Stärkezufuhr nahezu (8—10%) erreicht, was gewiss schlagend für unsere Theorie ist und sie sehr unterstützt.

Die Resultate unserer Versuche lassen sich also ganz einfach deuten unter der Annahme, dass die Kohlehydrate im Thierkörper stets ganz in Kohlensäure und Wasser übergehen, dass sie aber von dem aus dem Eiweisse abgetrennten Fette ersparen, und sich die Grösse der Ersparung richtet nach der Menge des aus dem Eiweisse entstandenen Fettes und der Menge des ersparenden Kohlehydrates. Unsere Versuchsergebnisse bleiben dagegen völlig unverändert, wenn man aus den Kohlehydraten Fett hervorgehen lässt.

Wir haben beim Hunde, trotzdem wir das Aeusserste versuchten, in keinem einzigen Falle das Kohlehydrat zu der Fettbildung nöthig gehabt und wir glauben, dass beim Hunde unter keinen Umständen aus einem Kohlehydrat Fett abgelagert wird. Es ist dadurch natürlich nicht streng erwiesen, dass dies bei anderen Thieren auch so ist, aber es ist uns ausserordentlich wahrscheinlich. Wir haben schon gesagt, dass wenn einmal die Stoffe in die Säfte gelangt sind, im Principe die Prozesse die gleichen sind. Bei mehreren unserer Versuche am Hunde war die Menge des in die Säfte aufgenommenen Kohlehydrates verhältnissmässig nicht geringer als bei einem sich mästenden Pflanzenfresser; es müsste dann doch auch beim Hunde aus der Stärke Fett hervorgegangen sein. Um den bei unseren Versuchen stattgehabten Fettsatz zu erklären, hätten einmal aus dem Stärkemehl 25% Fett (S. 478), ein ander Mal sogar 29% Fett (S. 483) hervorgehen müssen, was im höchsten Grade unwahrscheinlich ist. So viel ist jetzt schon sicher, dass auch beim Pflanzenfresser weitaus der grösste Theil des angesetzten Fettes aus dem Eiweisse und dem Fette der Nahrung herrührt; aus den Kohlehydraten könnte bei ihm höchstens in ganz extremen Fällen, die wir beim Hunde nicht erreichten, Fett entstehen, es ist uns dies aber sehr wenig wahrscheinlich. Der eine von uns (V.) wird bei anderen Gelegenheiten noch auf diese Dinge zurückkommen und er hofft zeigen zu können, dass die von ihm vertretene Anschauung allgemein gültig ist und die Kohlehydrate in anderen Organismen sich für die Fettbildung auch nur als Schutzmittel verhalten. Wollte Jemand an anderen Organismen, z. B. an Pflanzenfressern, den Uebergang von Kohlehydrat in Fett beweisen, so müsste er nach den hier entwickelten Prinzipien verfahren; Versuche, welche zu einer Zeit angestellt worden sind, wo man von den neu constatirten Thatsachen keine Ahnung hatte, und auch die grossen Schwierigkeiten noch nicht kannte, die mit Versuchen der Art verbunden sind, können nicht mehr als stimmfähig angesehen werden; man erinnere sich hier nur an das Stickstoffdeficit von 30—60%, welches die anerkanntesten Forscher erhielten.

Von gegnerischer Seite wird häufig gesagt, dass die alte Lehre von der Fettbildung aus Kohlehydraten nach wie vor fest stehe

und bis jetzt gegen sie keine Beweise vorgebracht worden seien. Dies ist geradezu eine Entstellung der Sachlage. Wenn wir vorläufig auf unsere Versuche nicht das mindeste Gewicht legen wollten, sondern nur sagten, es sei früher auf das Eiweiss als Material für die Fettbildung keine Rücksicht genommen worden, und darauf hin behaupteten, es ginge aus dem Eiweisse das Fett hervor, so stünde ein Erklärungsversuch gleichberechtigt dem anderen gegenüber. Die alte Lehre braucht darum nicht von uns widerlegt zu werden, um sie zu erschüttern, da sie nichts ist als eine Hypothese; es thäte vielmehr noth, dass endlich einmal Jemand für den Uebergang der Kohlehydrate in Fett im Thierorganismus auch nur den Schatten eines Beweises beibringen würde; es liegt nichts vor, als dass bei Fütterung mit Kohlehydraten und anderen Stoffen ein Thier Fett ansetzen kann, und da man kein anderes Material für die Fettbildung zu haben glaubte, so kam man durch Exklusion auf die Vorstellung, es müsste das Fett aus den Kohlehydraten sich herausbilden. An das Eiweiss und das Fett als Material für die Fettbildung der pflanzenfressenden Thiere, welche für die Gewinnung von Fett gemästet werden, dachte man nicht, da man damals die procentige Zusammensetzung der Nahrung vorzüglich ins Auge fasste und dabei ersah, dass darin procentig häufig nur wenig Eiweiss und Fett vorhanden war; so kam man zu der Vorstellung, dass der Pflanzenfresser viel weniger Eiweiss aufnehme als der Fleischfresser; hätte man zugesehen, wieviel ein solcher Pflanzenfresser, z. B. ein Rind, absolut im Tage Eiweiss aufnimmt, so wären die Anschauungen wohl andere geworden; der eine von uns (V.) hat gezeigt<sup>1)</sup>, dass eine Kuh verhältnissmässig nicht weniger Eiweiss verbraucht als der fleischfressende Hund bei einer aus Fleisch und Fett gemischten Nahrung.

Nun haben wir uns bestrebt, für unsere Lehre Beweise beizubringen; wir haben früher dargethan, dass bei Fütterung mit Fleisch, obgleich es nur Spuren von Fett und Kohlehydraten enthielt, ansehnliche Mengen von Kohlenstoff im Körper als Fett zurückbleiben können und jetzt, dass aus der Stärke beim Hund kein Fett entsteht; der

1) Diese Zeitschrift 1869, Bd. V S. 163.

eine von uns (V.) hat dann gezeigt, dass die früheren Fütterungsergebnisse sämmtlich bis auf einzelne Ausnahmen, bei denen gerechte Zweifel über die Richtigkeit der sehr schwer auszuführenden Versuche bestehen, nach unserer Weise erklärt werden können. Es stehen uns auch die Erfahrungen der Landwirthe zur Seite, dass nur bei Gegenwart einer reichlichen Menge von Eiweiss Fett in grösserer Quantität zum Ansatz gelangt; diese Erfahrung lässt sich jetzt auch nicht mehr so deuten, dass man sagt, zum Ansatz von Fett müssten auch die stickstoffhaltigen Organe entwickelt und namentlich die eiweisshaltigen Hüllen der Fettzellen vorhanden sein, da wir aus unseren Versuchen wissen, dass bei Fütterung mit Fett allein viel Fett zur Ablagerung kommen kann, aber niemals bei Fütterung mit Kohlehydraten. Wie gesagt, wir werden es auch weiterhin nicht an Experimenten fehlen lassen; nur wünschen wir solche auch von gegnerischer Seite und nicht nur immer den alten Autoritätsglauben und die Anforderungen an uns.

Wer die Prozesse im thierischen Organismus nicht kennt, für den könnte es nahe liegen, anzunehmen, dass die Fettbildung aus Eiweiss nur dann angenommen werden dürfe, wenn man ausserhalb des Organismus einmal Fett aus Eiweiss dargestellt habe; consequenter Weise müsste dann aber auch aus Zucker zuerst Fett hergestellt worden sein. Wer aber die Bedingungen im Thiere seinen Anschauungen zu Grunde legt, dem kann nicht entgehen, dass dieselben häufig andere sind, als sie bis jetzt ausserhalb des Organismus zur Verfügung stehen oder gekannt sind. Es ist noch nicht gelungen, aus Eiweiss Harnstoff herzustellen, obwohl dieser Prozess fortwährend in grosser Ausdehnung im Thierkörper stattfindet. Hier können nur Versuche am Thierkörper entscheiden, zu deren richtiger Würdigung eine genaue Kenntniss der thierischen Organisation gehört. Es ist geradezu ein Hemmschuh für die Ausbildung der Physiologie der Ernährung, dass Manche immer noch aburtheilen wollen über Vorgänge im Thierkörper, obwohl sie die Organe und Prozesse darin nicht aus eigener Anschauung und Beobachtung kennen; sie legen an diese Erscheinungen nicht den richtigen Maassstab und bedenken nicht, dass durch die unendlich complicirten Strukturverhältnisse des Thieres Bedingungen mitwirken, welche

auf die Prozesse in ihm von bestimmendem Einflusse sind. Daher rühren grösstentheils die vielen falschen Auffassungen, welche gemacht worden sind und leider jetzt noch gemacht werden.

Die Vorgänge bei der Fütterung mit Kohlehydraten mit und ohne Eiweiss lassen sich jetzt sehr einfach übersehen.

Beim Hunger verliert der Körper bekanntlich von seinem Fleisch und Fett. Reicht man ausschliesslich Kohlehydrate, so wird etwas weniger Eiweiss zersetzt, aber der Eiweissverbrauch nie ganz aufgehoben; die Abgabe von Fett wird jedoch allmählich geringer, bis zuletzt bei einer gewissen Menge des Kohlehydrates kein Fett mehr vom Körper abgegeben wird. So weit wirkt auch das aus dem Darne aufgenommene Fett analog den Kohlehydraten; aber im Nachfolgenden unterscheidet es sich von diesen wesentlich. Während nämlich bei weiterer Vermehrung der Fetzzufuhr Fett daraus zum Ansatz gelangt, so findet dies bei den Kohlehydraten nicht statt, diese werden vielmehr ganz zerstört und schützen nur das aus dem Eiweisse abgespaltene Fett vor der weiteren Zersetzung.

Die gleichen Vorgänge finden statt, wenn man Eiweiss zum Kohlehydrat zugeibt, es wird dabei ebenfalls die Fettabgabe vom Körper vermindert und zuletzt aufgehoben und ebenfalls stets etwas weniger Eiweiss zersetzt, als wenn kein Kohlehydrat zugleich aufgenommen worden wäre, aber auch allmählich weniger Eiweiss vom Körper abgegeben. Durch diese Eiweiss ersparende Wirkung der Kohlehydrate bringen sie wie die Fette einen grossen Erfolg hervor. Gibt man ausschliesslich Fleisch, so kann wie durch Fleisch und Kohlehydrate der Fleisch- und Fettverlust vom Körper verhütet werden; man muss aber, weil in diesem Falle das Eiweiss der Nahrung grösstentheils unter die Bedingungen der Zersetzung geräth, d. h. dem circulirenden Eiweisse sich zugesellt, sehr viel Eiweiss reichen; es wird dann auch kein Fett mehr vom Körper abgegeben, sobald aus dem Fleische genügend Fett abgespalten worden ist; es wird sogar Fett aus Fleisch angesetzt, wenn mehr Fett aus der Eiweisszersetzung entstanden ist, als den Bedingungen der Zersetzung anheimfällt. Setzt man aber Kohle-

hydrate zu Fleisch zu,<sup>1)</sup> so erhält eine viel geringere Fleischmenge den Fleischbestand des Körpers, wenn nämlich die zugefügten Kohlehydrate ebensoviel Eiweiss ersparen, als bei Fütterung mit derselben Quantität Fleisch allein noch Eiweiss vom Körper zu Verlust gegangen ist; die Kohlehydrate heben zugleich die Fettabgabe vom Körper auf.

Man kann leicht die geringste Eiweiss- und Kohlehydratmenge finden, bei der der Körper eben kein Eiweiss und kein Fett mehr einbüsst. Steigert man bei dieser geringsten Eiweisszufuhr die des Kohlehydrates, so wird Fett angesetzt, aber nie mehr, als aus dem zersetzten Eiweisse hervorgehen kann. Vermehrt man dagegen bei der geringsten Kohlehydratmenge die Eiweissquantität, so wird mehr Eiweiss zersetzt, aber auch Eiweiss und etwas Fett daraus am Körper angesetzt. Lässt man bei reichlicher Eiweisszufuhr viel Kohlehydrat dem Körper zukommen, so wächst die Ablagerung des Eiweisses, besonders aber die des Fettes, jedoch wird auch hier nie mehr Fett, als aus dem Eiweisse entstehen kann, aufgespeichert.

Es fragt sich also, was man mit einer Fütterung bezweckt. Will man den Körper eben auf einem gewissen stofflichen Zustande erhalten, so geschieht dies durch die geringste Eiweiss- und Kohlehydratmenge. Diese Menge muss natürlich grösser sein, wenn dadurch eine grössere Masse erhalten werden soll. Aber auch die Mischung des Eiweisses und des Kohlehydrates muss je nach dem gegebenen Körperzustande verschieden sein; bei unserem Hunde wurde das Stoffgleichgewicht etwa durch 550 Fleisch (= 121 Eiweiss) und 160 trockene Stärke erhalten. Ist der Körper reich an Eiweiss und zwar an circulirendem oder sich zersetzendem Eiweiss, so muss mehr Eiweiss zugefügt werden; ist er reich an Fett, so braucht man weniger Eiweiss. Wir haben früher erörtert, unter welchen Umständen mehr oder weniger Fett zerstört wird; nach denselben Momenten richtet sich auch der Verbrauch der Kohlehydrate.

Will man dagegen einen Ansatz von Eiweiss und Fett bewirken, so muss man anders verfahren.

<sup>1)</sup> Siehe hierüber diese Zeitschrift 1869, Bd. V S. 443.



Wünscht man an einem Organismus eine gute Entwicklung der Organe und Säfte, um ihn geschickt zu allen möglichen Leistungen zu machen ohne Mästung, dann giebt man reichliche Quantitäten von Eiweiss neben mässigen Kohlehydratgaben, denn es soll hier durch die Kohlehydrate ein Ansatz von Eiweiss bewirkt und die Abgabe von Fett vom Körper verhindert werden, aber kein stärkerer Ansatz des letzteren stattfinden. Giebt man keine stickstofffreien Stoffe oder verhältnissmässig zu wenig, so hört in Kurzem der Ansatz von Eiweiss auf, da in diesem Falle das Eiweiss der Nahrung durch den völligen Uebergang in cirkulirendes Eiweiss bald ganz zersetzt wird; ohne die stickstofffreien Stoffe findet nie ein grösserer und dauernder Ansatz von Eiweiss (als Organeiwiss) statt. Bei einem reichlicheren Zusatz von Kohlehydraten tritt die Anhäufung von Fett zugleich mit der Ablagerung von Organeiwiss ein, das Thier mästet sich.

Zu der Mästung ist also ebenfalls ein bestimmtes Verhältniss der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffe, das sich nach der am Körper schon vorhandenen Eiweiss- und Fettmenge richtet, strenge einzuhalten. Nur durch die stickstofffreien Stoffe und ein bestimmtes Verhältniss derselben zum Eiweisse findet ein längerer und reichlicher Ansatz von Eiweiss und Fett statt; nicht die absolute Menge von Eiweiss oder Stärke ist dafür bestimmend, sondern die richtige relative. Denn giebt man verhältnissmässig zu wenig von dem Kohlehydrat, so wird nicht so viel als möglich Eiweiss vor dem Zerfall beschützt und nicht alles aus dem Eiweisse abgespaltene Fett abgelagert; giebt man zu viel Kohlehydrate, so wird von diesem unnötig, ohne stoffliche Dienste geleistet zu haben, zersetzt, ja es kann der Organismus darunter leiden, weil er nur schwer für die Dauer so viel Material bewältigen wird.

Giebt man absolut zu wenig Eiweiss zu den Kohlehydraten, so ist zu wenig Stoff für den Eiweiss- und Fettansatz vorhanden; giebt man absolut zu viel, so wird das Thier nicht genügend Kohlehydrate verdauen und resorbiren können, um das Maximum von Eiweiss anzusetzen und das aus dem zersetzten Eiweisse entstandene Fett zu ersparen. Die Maximal-Menge von Eiweiss und Kohlehydrat richtet sich daher nach der Leistungsfähigkeit des

Thieres in der Verdauung und der Aufnahme der Nahrungsstoffe. Ein Thier, welches darin mehr leistet, wird unter sonst gleichen Umständen mehr an Masse zunehmen. Man wird am raschesten und wohlfeilsten zum Ziele kommen, wenn man den geeigneten Thieren für die eigentliche Mästung die Maximalgaben im richtigen Verhältniss von Eiweiss und Kohlehydraten darreicht.

Bei unserem Hunde<sup>1)</sup> waren 1800 Fleisch und 379 Stärke am günstigsten für den Fleisch- und Fettansatz; bei 800 Fleisch und 379 Stärke wurde nur halb soviel Fleisch und Fett angesetzt, weil dabei verhältnissmässig zu viel Stärke vorhanden war. Bei 1500 Fleisch und 172 Stärke wurde sehr wenig Fleisch und zur Fleischmenge verhältnissmässig wenig Fett angesetzt, es war die Menge der Stärke zu gering, was eine Verschwendung von Eiweiss und Fett bedingte. Bei 500 Fleisch und 167 Stärke war die Stärkemenge zu klein; bei 400 Fleisch und 344 Stärke war die Fleischmenge zu klein, um einen grösseren Ansatz von Fett zu erzielen; bei 400 Fleisch und 211 Stärke war die Fleisch- und Stärkemenge zu gering.

Ist einmal der Organismus während der Mast fetter geworden, so kann man, ohne einen Uebergang des Eiweisses in Cirkulationseiwiss befürchten zu müssen, verhältnissmässig und absolut mehr Eiweiss darreichen und so den Absatz von Organeiwiss immer mehr befördern.

Es ist die Aufgabe Anderer, für die verschiedenen Thiere, die man zur Mästung benutzt, und für die verschiedenen Stadien der Mästung die richtige Menge von Eiweiss und Kohlehydrat und ihr Verhältniss ausfindig zu machen. Uns kommt es nur darauf an, das Prinzip anzugeben, nach dem der Ansatz erfolgt.

Die Kohlehydrate unterscheiden sich nach dem Gesagten in ihrer Wirkung auf die stofflichen Vorgänge im Thierkörper ganz bestimmt von den Fetten, sowohl in qualitativer als auch quantitativer Hinsicht. Wie das Fett vermindern die Kohlehydrate in etwas die Eiweisszersetzung und hemmen die Abgabe von Fett. Während aber bei grösserer Zufuhr ein ansehnlicher Theil von dem Fette der

1) Vergleiche die Tabelle S. 565 dieser Abhandlung.

Nahrung abgelagert wird, wird das Kohlehydrat stets völlig oxydirt, letzteres schützt nur das aus dem gleichzeitig zersetzten Eiweisse entstandene Fett vor dem weiteren Zerfalle. Die Quantitäten, in welchen die Kohlehydrate und Fette ihre Wirkung ausüben, sind ebenfalls andere, als man sie sich früher vorgestellt hat. Der eine von uns (V.) hat früher<sup>1)</sup> dargethan, dass die gleichen Mengen von Kohlehydrat in Beziehung der Eiweissersparung mehr wirken als Fett, und dass bei steigenden Mengen bei den Kohlehydraten die Ersparung stetig wächst, bei dem Fette aber bei gleichzeitigen geringen Gaben von Fleisch eine Zunahme des Eiweissumsatzes erfolgt, bei mittleren Fleischgaben ein Gleichbleiben derselben, bei grösseren eine Herabsetzung.

Vor Allem wichtig ist aber die Frage, wie sich in der Verhütung der Fettabgabe vom Körper und des Fettansatzes die beiden stickstofffreien Substanzen zu einander verhalten. Man hatte hierüber von chemischer Seite sich ganz eigenthümliche Ansichten gebildet, nach denen noch heute bei der Fütterung verfahren wird.

Man dachte sich bekanntlich, wie in der Einleitung zu dieser Abhandlung schon bemerkt wurde, der Sauerstoff wäre die nächste Ursache der Zerstörung der Substanzen im Thierkörper; man liess daher diese so lange, je nach ihrer Verwandtschaft, angegriffen werden, bis aller in den Körper in einer gewissen Zeit aufgenommene Sauerstoff in Beschlag genommen war. Daraus entsprangen nun alle möglichen falschen Vorstellungen über die Stoffzerstörung im Körper. Letztere musste sich nach der Grösse der Sauerstoffaufnahme und der vermeintlichen Verwandtschaft der verschiedenen Stoffe zum Sauerstoff richten. Wovon sollte aber bei einem bestimmten Organismus die Sauerstoffaufnahme abhängen? Man antwortete: von der Zahl und Tiefe der Athembewegungen, durch welche der Sauerstoff in das Blut gepumpt wird. Der Rhythmus der Athemzüge sollte je nach dem Alter, der Individualität, der Intensität der Bewegung, der Temperatur und Dichtigkeit der Luft verschieden sein, also auch entsprechend die Sauerstoffaufnahme und secundär die Stoffzerstörung. Den auf diese Weise in das Blut

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1869. Bd. V S. 447.

gebrachten Sauerstoff liess man nun sein Zerstörungswerk beginnen; derselbe trifft im Körper auf verschiedene Substanzen, welche nicht gleichmässig ergriffen werden, sondern je nach ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff. Den Maassstab für die Verwandtschaft gaben die Erfahrungen ausserhalb des Thierkörpers ab. Es handelte sich vorzüglich um die stickstoffhaltigen eiweissartigen Stoffe und die stickstofffreien Fette und Kohlehydrate. Ausserhalb des Thierkörpers brennen nun die letzteren leicht, die ersteren sehr schwer. Also sagte man, die stickstofffreien Stoffe werden im Körper rasch durch den Sauerstoff zerstört, sie sind die Respirationsmittel, die den verderblichen Sauerstoff wegnehmen; ist zuletzt kein Sauerstoff mehr da, aber doch mehr Fett oder Kohlehydrat aus dem Darm eingetreten, so wird der Ueberschuss als Fett angesetzt. Die stickstoffhaltigen eiweissartigen Stoffe bieten dem Sauerstoff aber grossen Widerstand, sie verbrennen nicht und dürfen es auch nicht, wenn der Körper nicht grossen Gefahren ausgesetzt sein sollte; denn sie bauen die Gewebe auf und sind die plastischen Nahrungsmittel. Die Ursache ihrer Zerstörung ist die Arbeit des Thieres.

Auf diese Weise wurde von einer falschen Grundlage ausgehend eine Hypothese auf die andere gethürmt, kein einziger Versuch aber am Thiere gemacht, um zu sehen, ob denn dies auch wirklich so sei; Alles schien vielmehr so einfach und klar zu sein und wurde mit solcher Ueberzeugung vorgetragen, dass nach Beweisen gar nicht gesucht wurde; es war eine feststehende Lehre geworden, für die man nicht mehr nach Beweisen zu fragen brauchte.

Aber jeder in dieser Richtung am Thiere angestellte Versuch zeigt die Unhaltbarkeit der Vorstellung, dass der Sauerstoff nach den oben genannten Bedingungen ins Blut tritt und dann im Körper so lange unter den stickstofffreien Stoffen auswählt, bis er verschwunden ist. Damit sind aber auch alle auf diese Idee aufgebauten Schlussfolgerungen nicht mehr zu halten.

Aus unseren Versuchen geht hervor, dass die Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen äusseren Verhältnissen sehr verschieden ist, und dass die Stoffe im Thierkörper nicht nach ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff zerstört werden und eine gewisse Menge von Sauer-

stoff in Beschlag nehmen müssen. Der eine von uns (V.) hat schon mehrmals auseinandergesetzt<sup>1)</sup>, dass unter den Bedingungen im Thierkörper die Stoffe allmählich in immer einfachere Verbindungen zerfallen, was in erster Linie auch ohne den Sauerstoff geschieht; die Zerfallprodukte nehmen nun allmählich bei der Gegenwart von Sauerstoff von diesem auf, bis zuletzt die an Sauerstoff reichsten Ausscheidungsprodukte entstanden sind. Der Sauerstoff ist also nicht der primäre Zerstörer, oder die nächste Ursache des Zerfalles, sondern die Bedingungen des Zerfalles finden sich anderweit im Körper; ebenso wie der im Luftstrom über Holz geleitete Sauerstoff das Holz ganz intakt lässt, welches vielmehr durch die Anzündungstemperatur in einfachere Produkte zerfällt, die dann bei der Gegenwart von Sauerstoff immer mehr und mehr davon in sich aufnehmen. Wird nun auf diese Weise Sauerstoff aus dem Blute weggenommen, so tritt neuer dafür von Aussen ein; wenn in den Organen kein Sauerstoff verschwindet, so wird durch die ausgiebigste Athembewegung oder durch die grösste Dichtigkeit und Kälte der Luft nicht mehr davon in das Blut gebracht werden. Der Eintritt des Sauerstoffs in das Blut und der Rhythmus der Athembewegungen richtet sich nach der Beschlagnahme des Sauerstoffs der Gewebe und des Blutes durch die darin zerfallenden Stoffe. Bei körperlicher Bewegung z. B. wird in den Organen mehr zersetzt und auf diese Weise kommen durch die reichlichere Kohlensäurebildung und die Sauerstoffwegnahme sekundär die intensiveren Athembewegungen zu Stande. Bei einem Wechsel in der Kost war unser Hund meist unruhig, er bellte viel etc., und daher kam es, dass an dem ersten Tage einer neuen Fütterungsreihe häufig ansehnlich mehr Kohlensäure ausgeathmet und Sauerstoff aufgenommen wurde. Dies war z. B. der Fall am 8. Mai 1862, wo am ersten Tage der Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Zucker 538 Kohlensäure ausgeschieden wurde, an den folgenden Tagen nur etwas über 400 Grm.; ferner am 16. Februar 1863, wo am ersten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch 596 Kohlensäure austraten, später

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift 1870, Bd. VI S. 388. 1871, Bd. VII S. 197 u. S. 494. 1872, Bd. VIII S. 387. 1873, Bd. IX S. 31.

im Maximum 555 Grm.; dann am 8. Juli 1863, wo am ersten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch und 200 Stärke 867 Kohlensäure abgegeben wurden, während vier Tage darauf bei der gleichen Kost nur 679 Grm. sich fanden. Die Aufnahme neuen Sauerstoffes bedingt nicht die Zerstörung, sondern die Wegnahme von Sauerstoff bei der Zerstörung macht es möglich, dass neuer Sauerstoff aufgenommen werden kann.

Wir müssen also die Bedingungen des Zerfalles der Stoffe im Thierkörper aufsuchen, die Sauerstoffaufnahme ist eine ganz sekundäre. Nur das Maximum des aufnehmbaren Sauerstoffes wird bedingt durch die Quantität des Blutes, dessen Hämoglobingehalt, den Rhythmus der Athembzüge, die Zahl der Herzschläge, den Bruchtheil des Blutes, der vom gesammten Blute durch die Lunge geht etc.

Die nächsten Ursachen für die Zersetzung finden sich nach unserer öfter ausgesprochenen Ansicht in den Geweben und organisirten Theilen während der Durchwanderung der mit den verschiedenen Stoffen beladenen Ernährungsflüssigkeit; was an den Zellen sich findet, wodurch der Zerfall eingeleitet wird, ist uns noch ganz unbekannt; ob die Oberflächenvergrösserung, die Osmose, die Capillaraufsaugung, ob Fermente in ihnen wirken, das zu untersuchen ist die wichtige Aufgabe weiterer Forschungen. Statt des die chemischen Verbindungen im Körper einfach nach Verwandtschaftsverhältnissen oxydirenden Sauerstoffes sind die in den Zellen und Geweben gegebenen Bedingungen für den Zerfall eingetreten.

Es ergibt sich aus den Versuchen, dass im Thierkörper stets Eiweiss zerfällt; soviel auch von demselben in dem Säftestrome neu dargeboten wird, soviel kann mit Leichtigkeit zerlegt werden. Die Bedingungen der Eiweisszersetzung werden durch die Gegenwart von Fett oder Kohlehydraten in etwas beeinflusst, in so ferne dabei etwas weniger Eiweiss zersetzt wird, aber sie werden dadurch nicht aufgehoben. Der Sauerstoff ist nicht die Ursache der Zerlegung von Eiweiss und die stickstofffreien Stoffe schützen das Eiweiss nicht durch Wegnahme des Sauerstoffes. Im Körper zerfällt nichts leichter in die nächsten Produkte als das Eiweiss.

Neben dem Eiweisse zerfallen im Thiere immer stickstofffreie Stoffe, Fette oder Kohlehydrate, jedoch unter verschiedenen Um-

ständen in verschiedener Menge, z. B. in grösserer bei Bewegung, bei reichlicher Fütterung mit Fett oder Kohlehydraten. Um den Umsatz dieser Stoffe und ihren Ersatz zu verstehen, muss man sich daran erinnern, dass eines der ersten Spaltungsprodukte des Eiweisses Fett ist, und festhalten, dass nach dem Eiweisse die Kohlehydrate am leichtesten zerstört werden und kein Stoff im Körper schwerer zerfällt als das Fett.

Beim Hunger wird neben dem Eiweisse immer noch von dem im Körper abgelagerten Fette zerlegt; beträgt nun das bei Fleischaufnahme aus dem Eiweisse abgespaltene Fett so viel als dabei Fett den Bedingungen des Zerfalls unterliegt, so wird natürlich kein Fett mehr vom Körper weggenommen und der Organismus kann mit Eiweiss, Wasser und Aschebestandtheilen allein ernährt werden; ja es wird, wenn mehr Fett aus dem Eiweisse entsteht, Fett angesetzt.

Sowie bei reichlicher Fütterung mit Fett die Bedingungen des Fetterfalles sich ändern, indem dabei mehr Fett zersetzt wird, so auch bei reichlicher Erzeugung von Fett aus Eiweiss bei grossen Fleischgaben, wo bis zu 223 Fett aus Fleisch im Tage zerlegt wird. Das Fett oder die Kohlehydrate der Nahrung vermögen ebenfalls die Fettabgabe vom Körper zu verhindern, aber sie thun dies nicht durch Wegnahme des Sauerstoffs, sondern weil nach ihrer Zerlegung kein weiteres Fett mehr zerfallen kann.

Würden die Bedingungen für die Fett- oder Kohlehydratzersetzung die gleichen bleiben, so wäre man nach dem Gesagten leicht im Stande, wenn man für eine bestimmte Ernährungsweise die Grösse der Fettersetzung kennt, zu berechnen, wie viel Fett bei einer anderen Art der Ernährung zerlegt oder abgelagert wird; man müsste zu dem Zwecke für beide Male wissen, erstens wieviel Fett aus dem Darne resorbiert wurde, dann wieviel Eiweiss zur Zersetzung kam und wieviel dabei sich Fett bildete, und endlich wieviel Kohlehydrate aufgenommen worden sind und welcher Menge Fett diese acquivalent sind. Aber es ändert sich die Grösse der Fett- oder Kohlehydratzersetzung, selbst wenn man auch direkt sich folgende Versuchsergebnisse zum Vergleiche nimmt; sie wächst bei stärkerer Körperbewegung, reichlichem Eiweisszerfalle, bei Aufnahme von viel Fett oder Kohlehydraten. Es wird daher, wenn nach einer Reihe bei Füt-

terung mit wenig Fleisch eine solche bei Fütterung mit viel mehr Fleisch folgt, wegen der sehr geänderten Bedingungen für die Fettersetzung nur eine geringe Uebereinstimmung zwischen der nach obigen Daten berechneten und gefundenen Fetterzerstörung sich finden; während im umgekehrten Falle, wenn zuvor die grössere Menge Fleisch gereicht worden ist, wegen des dadurch angesammelten Cirkulationseiweisses die Bedingungen für einen grösseren Fetterfall noch anwähren, so dass die gerechneten und gefundenen Werthe besser übereinstimmen müssen. In der That ist in den Fällen, wo nach unseren jetzigen Kenntnissen die Umstände für den Fetterfall sich nicht wesentlich ändern, die Uebereinstimmung trotz der verschiedensten Ernährungsweise eine so auffallende, dass uns dies eine weitere Gewähr für die Richtigkeit unserer Annahmen über die Quantität des aus dem Eiweisse hervorgehenden Fettes und des Fettäquivalentes der Stärke giebt. In den folgenden Beispielen berechnen wir unter der Annahme, dass aus dem Fleische 11.22% Fett entstehen, und dass 175 Stärkemehl die gleichen Dienste thun wie 100 Fett, für zwei sich folgende Reihen bei verschiedener Ernährungsweise die Menge des gebotenen Fettes oder Fettäquivalentes, und erhalten dann nach Berücksichtigung des am Körper angesetzten oder davon abgegebenen Fettes die Grösse der Fettersetzung, welche in beiden Fällen die gleiche Grösse geben muss, wenn sich die Bedingungen der Fettersetzung nicht geändert haben und die Voraussetzungen für unsere Berechnung die richtigen sind. Wir erhalten so:

1) S. 448:

Nahrung	Fettersetzung	
	vorher { 400 Fl. 210 St.	nachher { 400 Fl. 344 St.
Fett aus Eiweisszerfall . . .	19	46
Fettäquivalent der Stärke . . .	120	197
Fett der Nahrung . . .	10	6
Summe des Fettes . . .	149	249
Effekt am Körper . . .	- 18	+ 45
Fettersetzung . . .	197	204

Die Uebereinstimmung ist trotz der so sehr verschiedenen Stärkemenge eine auffallende, die Differenz beträgt nur 7 Grm. = 3%.

2) S. 469:

Nahrung	vorher		nachher	
	1500 Fl.	0 St.	500 Fl.	167 St.
Fett aus Eiweisszerfall . . .	168		64	
Fettäquivalent der Stärke . . .	0		95	
Fett der Nahrung . . . . .	0		5	
Summe des Fettes . . . . .	168		164	
Fett am Körper . . . . .	+ 28		+ 25	
Fettzeretzung . . . . .	140		139	

Die Differenz beträgt nur 1 Grm.; die Reihe mit der geringeren Fleischmenge folgt auf die mit der grösseren.

3) S. 478:

Nahrung	vorher		nachher	
	1500 Fl.	0 St.	1500 Fl.	172 St.
Fett aus Eiweisszerfall . . .	185		165	
Fettäquivalent der Stärke . . .	0		98	
Fett der Nahrung . . . . .	0		4	
Summe des Fettes . . . . .	185		267	
Fett am Körper . . . . .	+ 9		+ 47	
Fettzeretzung . . . . .	176		220	

Die Differenz beträgt hier 44 Grm. = 25%; es wird in der zweiten Reihe mehr Fett zersetzt, als nach der ersten vorausgesetzt werden kann; d. h. es hätte in der zweiten Reihe unter dem Einflusse der Stärke mehr Fett angesetzt werden müssen. Wir sind nicht im Stande, einen Grund dafür zu finden; nur ist es bemerkenswerth, dass schon in der ersten Reihe mit 1500 Fleisch der Körper nicht in's Stickstoffgleichgewicht kam, sondern immer ansehnlich Eiweiss von sich noch abgab.

4) S. 479:

Nahrung	vorher		nachher	
	1500 Fl.	172 St.	400 Fl.	344 St.
Fett aus Eiweisszerfall . . .	165		46	
Fettäquivalent der Stärke . . .	98		196	
Fett der Nahrung . . . . .			6	
Summe des Fettes . . . . .	267		248	
Fett am Körper . . . . .	+ 47		+ 45	
Fettzeretzung . . . . .	220		203	

Es ist nur eine Differenz von 17 Grm. = 8% vorhanden; die grössere Fleischmenge trifft auf die vorausgehende Reihe, wobei also die Bedingungen für den Fettzerfall etwas günstiger sind.

5) S. 483:

Nahrung	vorher		nachher	
	800 Fl.	379 St.	1800 Fl.	379 St.
Fett aus Eiweisszerfall . . .	68		165	
Fettäquivalent der Stärke . . .	216		216	
Fett der Nahrung . . . . .	14		10	
Summe des Fettes . . . . .	298		391	
Fett am Körper . . . . .	+ 69		+ 122	
Fettzeretzung . . . . .	229		279	

Da in der zweiten Reihe viel mehr Fleisch zersetzt und Fett gebildet wurde, so waren dabei die Bedingungen für die Fettzeretzung günstiger; es wurde darum dabei mehr Fett zersetzt als nach der ersten Reihe berechnet wurde. Die Differenz beträgt 50 Grm. = 21%.

6) S. 484:

Nahrung	vorher		nachher	
	1800 Fl.	379 St.	2500 Fl.	0 St.
Fett aus Eiweisszerfall . . .	165		280	
Fettäquivalent der Stärke . . .	216		0	
Fett der Nahrung . . . . .	10		0	
Summe des Fettes . . . . .	391		280	
Fett am Körper . . . . .	+ 122		+ 57	
Fettzeretzung . . . . .	269		223	

In der ersten Reihe wurden 46 Fett = 21% mehr zersetzt. Dies rührt offenbar von der sehr grossen Menge der gefütterten Stärke her, unter deren Einfluss die Bedingungen für die Fettzer- setzung sich günstiger gestalten.

Hier lässt sich nun die Unhaltbarkeit der früheren Vorstell- ungen über die Ursachen der Stoffzeretzung im Thierkörper so recht deutlich erkennen. Wirken die stickstofffreien Stoffe als Beschlagnehmer des Sauerstoffs, so müssen sie sich in den Mengen ersetzen, in denen sie Sauerstoff brauchen, um die Endprodukte, Kohlensäure und Wasser, zu bilden. Darnach würden 100 Fett dieselbe Sauerstoffmenge in Beschlag nehmen wie 240 Stärkemehl oder 100 Fett in seinen Wirkungen gleich sein 240 Stärke. All- gemein hat man dies auch angenommen und die Fütterungsnormen darnach eingerichtet. Dies ist nun vollkommen falsch, denn es kommt darauf an, wie die Bedingungen im Thierkörper für den Zerfall des Fettes und der Kohlehydrate sich gestalten, und dar- nach richtet sich dann sekundär der Sauerstoffverbrauch; es wäre ja möglich, dass im Thierkörper unter sonst gleichen Umständen sogar mehr von dem Fette zerfällt als von dem Kohlehydrate. Unsere Versuche haben nun auch dargethan, dass, wenn 100 Gewichtstheile Fett zerstört werden, nicht bei Gegenwart von Kohlehydraten 240 Gewichtstheile davon sich zersetzen, sondern im Mittel nur 175 Gewichtstheile<sup>1)</sup>, d. h. 175 Theile Stärke sind 100 Theilen Fett in Beziehung ihrer stofflichen Wirkungen am Körper aequivalent. Dies ist ein Resultat, welches für die Landwirtschaft von wesentlicher Bedeutung ist.

Darum ist auch die Sauerstoffaufnahme unter sonst gleichen Umständen nicht die nämliche bei der Fütterung mit Fett oder

1) Es war in 3 Versuchen möglich, dies zu prüfen. Beim ersten Versuche S. 441 erhielten wir für 100 Fett 148 Stärke, aber wir waren dabei genöthigt, einige Schätzungen zu machen. Sicherer sind die Resultate der beiden anderen Versuche, wo einmal S. 448 100 Fett 172 Stärke, das andere Mal S. 469 100 Fett 179 Stärke ersetzen; das Mittel aus diesen beiden Versuchen ist 175, das wir für das der Wahrheit am nächsten kommende halten. Das Mittel aus allen 3 Versuchen ist 166.

Kohlehydraten, und die Kohlensäureabgabe verhält sich dabei nicht wie 100 : 140, wie man nach der früheren Lehre voraussetzen musste. In den S. 441 angegebenen Versuchen wurde bei Stärke- zusatz viel weniger Sauerstoff aufgenommen und auch etwas weniger Kohlensäure (100 : 92) ausgeathmet, obwohl der Effekt am Körper durch die beiden stickstofffreien Nahrungsstoffe nahezu der gleiche war. In den Versuchen S. 448, wo das Fett und die Stärke die gleichen Dienste thaten, wurde bei der Darreichung von Stärke- mehl ebenfalls weniger Sauerstoff eingeathmet und etwas weniger Kohlensäure (100 : 97) ausgeschieden. Ebenso ist es bei den Ver- suchen S. 469, bei welchen sich die Kohlensäureabgabe bei Fett zu der bei Stärke wie 100 : 99 verhielt.

Mit den oben vorgelegten Ergebnissen unserer Versuche über die Bedeutung der Kohlehydrate für die Ernährung glauben wir zu einem gewissen Abschlusse der Aufgabe gekommen zu sein, die wir uns gestellt hatten, und die wesentlich darin bestand, ge- nauer, als es bisher geschehen, zu prüfen, wie viel der Körper nicht bloss durch Darm und Nieren, sondern auch durch Haut und Lungen bei Hunger, ebenso bei verschiedener Nahrung, — verschieden sowohl in Qualität als Quantität — unter verschiedenen Umständen ausscheidet, ob und in welchen Verhältnissen einzelne Nahrungs- stoffe sich gegenseitig vertreten und ergänzen können, welches die günstigsten Verhältnisse für Fleisch- (Eiweiss-) und Fett-Ansatz im Körper sind, ob der Fettsatz lediglich aus dem Fett der Nahrung und aus der Umsetzung des Eiweisses abgeleitet werden kann, oder ob auch eine Umwandlung des Zuckers (überhaupt der Kohle- hydrate) in Fett angenommen werden muss, u. s. w. Unsere ge- meinschaftlichen Untersuchungen sind die Fortsetzung der Arbeiten, welche der Eine von uns (V.) schon viel früher aufgenommen hatte, theils gemeinschaftlich mit Prof. v. Bischoff, theils allein: wir vereinigten uns zu gemeinsamer Arbeit, als die Versuche über Stoffwechsel und Ernährung zu der Ueberzeugung geführt hatten, dass gewisse und wichtige Fragen nicht beantwortet werden können, ohne die gasförmigen Einnahmen und Ausgaben des Körpers bis zu einem gewissen Grade mit in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Dieser Umstand führte bekanntlich zum Bau des Respira-

tionsapparates im hiesigen physiologischen Institute, welcher seit seiner Vollendung, seit mehr als 12 Jahren bei allen unseren gemeinschaftlichen Arbeiten gedient hat.

Die dabei zur Anwendung gekommenen Methoden, soweit sie die Bestimmung und Zusammensetzung der festen und flüssigen Nahrung oder der festen und flüssigen Ausscheidungen durch Darm und Nieren und die Feststellung des Eiweissumsatzes aus dem Stickstoffgehalte dieser Einnahmen und Ausgaben betreffen, sind bekannt und vielfach auch von Anderen schon angewendet und geprüft worden, und wir halten es nicht für nöthig, hierüber und namentlich auch nicht über das sogenannte Stickstoff-Deficit noch etwas hinzuzufügen; — hingegen die Bestimmung der gasförmigen Einnahmen und Ausgaben durch den Respirationsapparat ist bisher ausser uns nur von Wenigen vorgenommen worden, und da scheint es uns am Platze zu sein, schliesslich noch einige Worte darüber zu sagen, zunächst um die Bedenken abzulehnen, welche von Herrn Regnault<sup>1)</sup> gegen die Resultate geäussert worden sind, welche mit unserem Apparate gewonnen worden, insoferne er die Controlversuche, die wir zur Ermittlung der Fehlergrenzen für nothwendig gehalten haben und auf die wir uns stützen, nicht will gelten lassen.

Regnault's Bemerkungen beziehen sich vorzüglich auf das, was unter Anerkennung der Verdienste Regnault's einer von uns (P.) über die „chemischen Untersuchungen von M. J. Reiset über die Respiration von landwirthschaftlichen Hausthieren“ mit Bezug auf die Stickstoffausscheidung durch Haut und Lungen gesagt hat.<sup>2)</sup> Schon aus den früheren Versuchen von Regnault und Reiset in dieser Richtung hatte sich ergeben, dass der Stickstoff der Luft am Stoffwechsel der Thiere keinen Antheil zu nehmen scheint, indem da bald eine geringe Vermehrung, bald eine geringe Verminderung von Stickstoffgas auftritt, ohne dass sich irgend ein Gesetz dafür erkennen lässt. Da die Fehlergrenzen des Regnault-Reiset'schen Apparates nicht durch Controlversuche ermittelt waren, so lag

1) Seegeen, Sitz-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. 1871, 2. Abtheil. Bd LXIII.  
2) Diese Zeitschrift 1865, Bd. I. S. 38.

es damals schon sehr nahe, das beobachtete Hin- und Her-Wandeln von Stickstoff theils innerhalb der Fehlergrenzen liegend zu betrachten, theils von Aufnahme oder Abgabe von Stickgas der atmosphärischen Luft abzuleiten, welches in begränkter Menge in die Säfte des in einem kleinen nie wechselnden Luftvolum eingeschlossenen Versuchstieres ein- und austreten kann, ohne dass dieser Stickstoff irgend einen Antheil an der chemischen Zusammensetzung und Zersetzung der thierischen Substanzen nimmt. Dass dieser geringfügige Wechsel von Stickstoff, wie er sich bei den ersten Versuchen von Regnault und Reiset ergeben hat, von der Zersetzung oder Bildung eiweissartiger oder anderer stickstoffhaltiger Substanzen im Thierkörper herrühre, diesen Schluss haben die genannten Forscher aus ihren Versuchen selbst nicht gezogen, erst Andere haben nachher das sogenannte Stickstoffdeficit hieraus zu erklären gesucht. Nun kamen die besprochenen Versuche von Reiset an grösseren Thieren, die einiges enthielten, was mit anderen wohl constatirten Thatsachen geradezu unverträglich war. Es schien nun nothwendig, auf einige Möglichkeiten aufmerksam zu machen, von welchen diese widerspruchsvollen Resultate von Reiset herrühren könnten, und zu genauerer Prüfung aufzufordern, z. B. auf Diffusionswirkungen, welche trotz Kitt und Kautschuk stattfinden können, auf zufällige Undichtigkeiten, welche, wenn sie auch noch so klein sind, bei der langen Dauer der Versuche und dem verhältnissmässig so kleinen eingeschlossenen Stickstoffvolum doch merklich wirken können, und endlich auf Zustände der Thiere vor und während der Versuche selbst. Als einfachstes Mittel, ins Klare zu kommen, wurde den Herren Regnault und Reiset vorgeschlagen, Controlversuche zu machen, ähnlich, wie wir sie mit unserem Apparate regelmässig zeitweise anstellen, wobei sich hätte ergeben müssen, wie weit solche Abweichungen im Stickstoffgehalte der eingeschlossenen Luft ihres Apparates vorkommen, auch ohne dass man ein Thier oder eine andere Substanz in denselben bringt, welche Stickstoff abgeben oder aufnehmen könnte.

Diese Rathschläge erschienen uns so begründeter, als die letzten Versuche von Reiset an landwirthschaftlichen Hausthieren geradezu Unglaubliches ergeben hatten. In einem Versuche (Nr. 3)

soll ein Schaf binnen 14 Stunden mehr Stickstoff gasförmig ausgeschieden haben, als sonst ein solches Thier in seiner vollen täglichen Nahrung in der Form von Eiweissstoffen einnimmt, oder für gewöhnlich in dieser Zeit in der Form von Harn und Koth zusammen ausscheidet. Mit Beziehung auf solche Vorkommnisse wurde daher von uns gesagt: „Dieses Experiment Nr. 3 beweist, dass im Apparate oder in der Methode irgend eine beträchtliche, nicht constante und noch nicht bekannte Fehlerquelle ist, — und wenn der Fehler einmal 30 Liter Stickstoff betragen kann, dann ist auch auf die Resultate, welche nur 2 und 3 Liter ergeben, kein Vertrauen mehr zu setzen.“

Darauf hat nun Regnault bloss erwidert, dass sein Apparat stets hermetisch luftdicht, und das zugeführte Sauerstoffgas stets von Stickstoff frei gewesen sei, auf den eigentlichen Kern des Einwurfs geht er gar nicht ein, sondern stillschweigend darüber hinweg. Um so ausdrücklicher verwahrt er sich gegen die Zumuthung, dass auch er und Reiset an ihren Apparaten Controlversuche mit Kerzen anstellen sollten. Regnault entsetzt sich förmlich darüber und nennt das Verbrennen einer gewogenen Stearinkerze in einer gemessenen Menge atmosphärischer Luft und die Bestimmung des Kohlensäuregehaltes derselben etwas barbarisches „un procédé barbare.“ Und warum? „La combustion d'une bougie est toujours incomplète, et donne des produits accessoires, qui troubleraient les résultats.“ Er scheint zu glauben, der Versuch sei noch nie gemacht worden, und aus theoretischen Gründen von vorneherein zu verwerfen. Regnault macht da Voraussetzungen, welche von Andern längst als irrig erwiesen sind. Die Controlversuche mit Kerzen aus Stearinsäure, deren Zusammensetzung durch Elementaranalyse ermittelt ist, welche wir, Hennberg und Stohmann und Andere so vielfach gemacht haben, beweisen zur Genüge, dass die Verbrennung bei hinreichender Sauerstoffzufuhr eine ganz vollständige ist und sein muss, weil man sonst die dem Kohlenstoffgehalte der verbrannten Stearinmenge entsprechende Menge Kohlensäure unmöglich immer mit solcher Genauigkeit in der Luft finden könnte, wie es wirklich der Fall ist.

Aber wenn dem auch nicht so und die Verbrennung keine so

vollständige wäre, so wäre gerade der Regnault'sche Apparat das beste und geeignetste Mittel, darzuthun, wie weit unvollständige Verbrennungsprodukte entstehen, denn gerade dieser Apparat eignet sich nach Angabe seiner Erfinder nicht bloss zur Bestimmung der Kohlensäure, sondern auch zur Bestimmung aller möglichen gas- oder dampfförmigen Produkte der unvollständigen Verbrennung (produits accessoires), von Wasserstoff, von allen Kohlenwasserstoffen, Kohlenoxyd etc. ganz vorzüglich. Bei dieser Gelegenheit, wo sie bestimmen, wie viel von einer solchen Kerze unverbrannt bleibt, können sie auch ganz gut ermitteln, ob ihr Apparat ebenso genau arbeitet, wie wir es von dem unsrigen nachgewiesen haben. Wir müssen daher auch jetzt noch die Herren Regnault und Reiset wiederholt und lebhaft ermuntern, gleich uns Controlversuche mit ihren Apparaten anzustellen, und zu diesem Zwecke empfehlen wir bestens gute Stearinkerzen aus vielfacher Erfahrung.

Noch eine Frage wollen wir beantworten, die jetzt vielleicht Mancher an uns stellen möchte, nämlich ob denn unsere Erfahrungen, welche wir bei der grossen Anzahl von Versuchen mit unserm Apparate und in einer längeren Reihe von Jahren gemacht haben, es nicht wünschenswerth erscheinen lassen, das zu Grunde liegende Princip zu verlassen und zu einem anderen überzugehen. Wir müssen diese Frage entschieden mit Nein beantworten. Das Princip, das Versuchsthier unverletzt und ungebunden nicht in eine stagnirende Luft, oder unter sonst ungewohnte und von den gewöhnlichen natürlichen abweichende Verhältnisse zu bringen, sondern in einen beständig und beliebig mit gewöhnlicher atmosphärischer Luft zu ventilirenden Raum zu setzen, in dem es sich frei bewegen kann, die wechselnde Luft genau zu messen, kleine Bruchtheile der ein- und austretenden Luft fortlaufend auf gewisse Bestandtheile zu untersuchen und die Differenz dann auf den ganzen Luftstrom zu rechnen, endlich die Fehlergrößen des Apparates und der Methoden durch Controlversuche zu ermitteln und festzustellen, hat sich so bewährt, dass wir es auch ferner beibehalten werden, und dieses Princip ist daher auch einem kleineren Respirationsapparate, der im hiesigen physiologischen Institute für Versuche an kleinen Thieren construirt worden ist, wieder und mit bestem Erfolge zu



Grunde gelegt worden. In der Technik, welche diesem Principe dient, sind einige werthvolle Erfahrungen und Verbesserungen seit dem Entschenden des ersten Apparates gemacht worden, und sind auch ferner noch zu machen; darauf wollen wir aber hier nicht eingehen; es findet sich bald eine andere Gelegenheit darüber zu sprechen, wenn einer von uns den neuen kleinen Respirationsapparat näher beschreiben wird.

### Bemerkung über die sogenannte Luxusconsumption.

Von  
Carl Voit.

In einer höchst bemerkenswerthen und mit grossem Geschicke durchgeführten Untersuchung hat W. Kühne<sup>1)</sup> gezeigt, dass die unter dem Einflusse des Fermentes der Pankreasdrüse aus dem Blutfaserstoff entstandenen diffusiblen Peptone bei weiterer Einwirkung in Stoffe der regressiven Metamorphose zersetzt werden, unter denen Tyrosin und Leucin in überwiegender Menge sich befinden. Mit Hilfe dieser Thatsache tritt er nun für die Lehre von der Luxusconsumption auf; er sagt a. a. O. S. 169: „Fasst man die letzteren (Tyrosin und Leucin) als Abfälle einer Eiweissconsumption auf, so ist damit ein für alle Male entschieden, dass die in neuerer Zeit eigentlich ohne alle causalen Beziehungen zu den ältesten wie zu den neuesten thatsächlichen Erfahrungen über den thierischen Stoffwechsel in Abrede gestellte sogenannte Luxusconsumption im thierischen Körper existirt. Freilich existirt sie nicht, wenn Luxusconsumption allein bedeuten soll irgend welche Eiweisszersetzung im Blute, aber sie existirt nunmehr in einem völlig ungeahnten Sinne, nämlich schon im Darmrohre.“

An einer anderen Stelle spricht sich Kühne<sup>2)</sup> über die Luxusconsumption folgender Maassen aus: „Wir lassen desshalb den mit so grossem Eifer seit Beginn der Stoffwechselstatistik geführten Streit über das Bestehen einer sogenannten Luxusconsumption d. h. einer direkten Entstehung des Harnstoffs aus Eiweissverbrennung im Blute unberührt, und heben zur Begründung dafür nur hervor, dass jede Berechtigung fehlt, einen Gegensatz zwischen dem Blute

1) Kühne, Archiv f. patholog. Anatomie, 1867. Bd. 39. S. 130.

2) Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1868. S. 482.

und den Geweben, oder zwischen dem Plasma des Blutes oder dem der Gewebe aufzustellen. Ueberdiess hat Bischoff, der eifrigste Streiter wider die sogenannte Luxusconsumption, selbst zugegeben, dass keine bindenden Beweise dafür noch dagegen existirten, sondern dass es nur zum guten Tone gehöre, dieselbe zu bestreiten. Diese Auffassung der Frage als Modesache beweist, dass sie überhaupt ohne ernstes Interesse aufgeworfen.<sup>4</sup>

Ich will nicht untersuchen, ob die angegebene Zersetzung eiweissartiger Substanz im Darm des lebenden Organismus vorkommt, oder gegenüber den intensiven Umsetzungsprocessen im Körper von irgend einer Bedeutung ist, ob also der erste Passus Kühne's eine thatsächliche Berechtigung hat, denn er sagt selbst: „Ueber die Grösse dieser Zersetzung im Darmkanale unter normalen Verhältnissen kann man sich vor der Hand noch keine Vorstellung machen, denn es ist möglich, ja sehr wahrscheinlich, dass die leicht diffusibeln Peptone zum überwiegenden Theile durch die Resorption den weitem zerstörenden Einflüssen des Pankreas entzogen werden.“

Ich habe auch nicht die Absicht, indem ich die beiden Sätze Kühne's an die Spitze meiner Bemerkung stelle, speciell mit meinem Freunde eine Lanze zu brechen, wenn ich auch bedauert habe, dass er leichthin meint, die ganze Frage, welche lange Zeit unsere Wissenschaft beschäftigt hat und für und gegen welche die mühsamsten Versuche gemacht worden sind, sei überhaupt ohne ernstes Interesse aufgeworfen worden. Meine Bemerkung hat eine allgemeinere Bedeutung, denn die Ansicht Kühne's steht nicht vereinzelt da; ich bin nur vorzüglich durch seine Auseinandersetzungen wieder darauf aufmerksam geworden, dass diejenigen, welche sich nicht eingehend mit unserer Frage beschäftigt haben, die einzelnen Phasen, die sie im Laufe der Zeit durchgemacht hat, nicht genau verfolgt haben und in die Lage kommen, gegen etwas, was gar nicht mehr Streitobjekt ist, zu Felde zu ziehen. Diess könnte mir zwar ganz gleichgültig sein, es glauben jedoch Viele, es sei damit auch die neuere Auffassung der Sache, an deren Entwicklung ich theilhaftig bin, über den Haufen geworfen.

Es sammeln sich allmählig über die Vorgänge bei der Ernährung bestimmte Thatsachen, es ist jedoch schwierig, die neuen Bahnen

für Andere leicht zugänglich zu machen; dazu sind die Verwicklungen zu gross und unsere vorgefassten Meinungen zu mächtig. Eine Lehre wird aber nur dann, ich verhehle mir es nicht, Gemeingut der Wissenschaft und trägt ihre Früchte, wenn in Mehreren sich die gleichen Vorstellungen festgesetzt haben; nichts verhindert jedoch die Ausbreitung mehr, als wenn man ihr Grundsätze zuschreibt, von denen Jeder einsieht, dass sie nicht richtig sein können.

Der Stand der Frage über die Luxusconsumption ist, wie gesagt, allmählig ein anderer geworden. Was gibt es für eine Theorie, die nicht solche Wandlungen durchgemacht hätte? Die Sache, um welche es sich anfangs handelte, ist gar nicht mehr vorhanden, es ist etwas Anderes an ihre Stelle getreten, weil erstere sich mit den erweiterten Erfahrungen in Widerspruch befand. Den Wendepunkt in der jeweiligen Anschauung bezeichnete immer das Auffinden einer neuen Thatsache, durch welche die seither bekannten mehr in den Hintergrund traten; gewisse gewichtige Gründe sprachen immer für eine zeitweilig aufgestellte Meinung, die die Gegner sehr wohl würdigten, nur suchten sie andere Gründe als ausschlaggebend dagegen zu halten. Man urtheilt von der Geschichte der Wissenschaft und ihren Vertretern zu gering und zu wenig ernst, wenn man glaubt, eine die Wissenschaft längere Zeit bewegende Theorie, auch wenn sie sich später als falsch erweist, könne wirklich ohne alle causale Beziehungen zu den thatsächlichen Erfahrungen stehen und sei eigentlich nur Modesache gewesen. Hüten wir uns, allzu selbstbewusst auf die Vorgänger herab zu sehen und gedenken wir der Zeit, wo über unsere Theorien entschieden werden soll.

Es ist eine alte Erfahrung, dass uns nach unseren jetzigen Kenntnissen Vieles selbstverständlich erscheint, woran früher kein Mensch denken konnte. Wie lange hat es z. B. gewährt, bis man zur Einsicht kam, dass das Gewicht der Bestandtheile das Gewicht der Verbindung gäbe; es hat einer durch Jahrhunderte sich hinziehenden Entwicklung bedurft, um zu dieser scheinbar einfachen Wahrheit zu gelangen. Wir sind nicht fähiger, wir sind nur kenntnisreicher geworden, als unsere Vorfahren. So lehrt uns auch die

Geschichte der Physiologie, wie sich allmählig an der Hand der Erfahrungen die Vorstellungen über die Umsetzung des Eiweisses klärten. Wollen wir wirklich diesen ganzen Entwicklungsprocess als einen unnötigen hinstellen; wären wir wirklich gerade so weit, wie wir es sind, wenn vorher nichts der Art die Geister bewegt hätte?

Weil sich der Standpunkt unserer Frage mehrmals geändert hat, so wäre es im höchsten Grade wünschenswerth, wenn der Autor stets angeben würde, was er denn eigentlich unter Luxusconsumption versteht. Diess ist die Bitte, welche ich mit meiner Bemerkung an die Fachgenossen richten möchte. Kühne hat diese Forderung allerdings erfüllt, indem er die Luxusconsumption als die Theorie von der direkten Entstehung des Harnstoffs aus Eiweisszerstörung im Blute bezeichnete; ich weiss, dass die Meisten die gleiche Ansicht davon haben. Diess ist aber nicht mehr die Anschauung, zu der die neueren Arbeiten geführt haben. Obwohl ich mich bereits in einem Aufsatze über den Eiweissumsatz bei Ernährung mit reinem Fleisch eingehend über diese Verhältnisse ausgesprochen habe<sup>1)</sup> und Jeder sich darnach ein Urtheil bilden könnte, so halte ich es doch für gut, nochmals die Hauptgesichtspunkte hervorzuheben, hoffend, dass damit fernere Missverständnisse abgeschnitten werden.

Nachdem der Harnstoff im Harn und bei nephrotomirten Thieren im Blute gefunden worden war, ergab sich die zuerst von Joh. Müller im Jahre 1835 mit Bestimmtheit hingestellte und als sehr wichtig bezeichnete Frage, von welchem Organe aus der Harnstoff im Blute sich verbreitet und ob er nur aus zersetztem, schon vorher ausgebildetem Thierstoffe entsteht und sich also auch bei hungernden Thieren erzeugt, oder ob er aus den Nahrungstoffen als ein unbrauchbares Produkt des Verdauungsprocesses hervorgeht. Man wird diese Frage des grossen Physiologen nicht für eine müssige ausgeben wollen, und es also auch für in der Ordnung finden, dass man sich mit der Lösung derselben beschäftigt hat. Man bedenke nur, wie wenig man dazumal über die Zersetzungen im Körper

1) Voit, diese Zeitschrift 1867. Bd. 3, S. 26—44.

wusste; der Zusammenhang der Nahrungsstoffe mit den Substanzen der Organe war noch unbekannt, erstere liess man erst durch wunderbare Vorgänge im lebenden Organismus assimiliert werden, es war also nichts weniger als gleichgültig für die Vorstellungen, ob vom Thierleib ein Theil zu Grunde geht, oder ob nur Schlacken von der Umwandlung der Nahrung im Harn entfernt werden. Joh. Müller schlug zur Entscheidung vor, Thiere hungern zu lassen, dann die Nieren zu extirpiren und das Blut auf Harnstoff zu untersuchen. Eine Erfahrung, nämlich die von Lassaigne, nach welcher im Harn eines 18 Tage lang hungernden Verrückten die gewöhnlichen Bestandtheile des Harns sich finden, veranlasste ihn anzunehmen, dass der Harnstoff auch ohne alle Nahrung im Blut sich durch Zersetzung von Thierstoff bilde. Aehnliche Thatsachen hatte der treffliche Marchand ermittelt: der des Morgens nüchtern gelassene Harn enthielt prozentig mehr Harnstoff, als der 2 Stunden nach dem Mittagessen entleerte und der Harn eines nur mit Zucker und Wasser gefütterten Hundes enthielt noch nach 16 Tagen Harnstoff. Marchand schloss daraus, der Harnstoff geht nicht unmittelbar aus den Nahrungsmitteln hervor, sondern aus fertig gebildeter Thiersubstanz. Diese Beobachtungen haben auch Berzelius zu der Aeusserung geführt: „Die Erzeugung des Harnstoffes in dem Körper scheint ein Produkt des Lebensprocesses selbst zu sein, wobei ein Theil der lebenden festen Theile allmählich metamorphosirt und in denselben verwandelt wird.“

Es waren also ganz kümmerliche Anhaltspunkte, welche damals dazu drängten einen Untergang des Leibes zur Harnstoffbildung anzunehmen. Niemand hätte aber aus dem vorliegenden Material einen andern Schluss ziehen können, und es kommt uns jetzt nur unbegreiflich vor, warum man nicht die Abmagerung der Organe beim Hunger bis zum Skelett als den Hauptbeweis benützte.

Vor Allen kam Liebig im Jahre 1842 auf einem andern Wege, nämlich durch seine Betrachtungen über die Bedeutung des Eiweisses im Körper, zu der gleichen Anschauung, aber er stellte sie abschliesslich und bestimmt hin. Er hatte sich die Frage vorgelegt, was ist der Grund der Zersetzung des Eiweisses; er konnte keinen andern finden, als die Thätigkeit der Organe. Die organisirten

Formen, an welche man die Leistungen geknüpft sah, bestehen beinahe ausschliesslich aus eiweissartigen Substanzen; bei der Thätigkeit wird das Organisirte verbraucht und liefert zugleich die Kraft für die Leistung. Das noch nicht geformte Eiweiss der Nahrung kann demnach an der Zerstörung nicht Theil nehmen, sondern es ist nur zum Wiederaufbau der durch die Arbeit zu Verlust gegangenen organisirten Körpertheile bestimmt. Es war ihm eine Ungereimtheit, anzunehmen, dass das zum Ersatz des Organverlustes bestimmte Eiweiss auch ohne Arbeit wo anders als in den thätigen Organen zu Grunde gehen sollte. Die Quantität der in einer gegebenen Zeit umgesetzten Gebilde ist daher messbar durch den Stickstoffgehalt des Harns; er heisst Stoffwechsel nur die durch die Arbeit stattfindende Zerstörung und den Wiederaufbau der Gewebtheile.

Liebig stellte damit in grossen Zügen das auf, was die zur damaligen Zeit vorliegenden Thatsachen am einfachsten erklärte; ich frage, ob damals vernünftiger Weise eine andere Annahme möglich war. Die Bedeutung einer Theorie lässt sich nicht messen nach der Dauer ihres Bestehens, denn absolut richtig ist keine, sondern nach der Wirkung, welche sie hervorbringt. In der That, von dem Wurf Liebig's ging die ganze Bewegung zu dem Studium der Zersetzungen im Thierkörper aus. Doch der Mensch ist kurzichtig; ohne die durch inductive Schlüsse geleiteten Versuche würden wir bald in einem Meer von Trug und Einbildung uns bewegen; derjenige, welcher die unter viel einfacheren Bedingungen möglichen tausendfältigen Täuschungen kennt, betrachtet besorgt die kühnen Folgerungen in den Gebieten, wo eine Rectification durch das Experiment noch nicht möglich ist.

Gleich die Resultate der ersten Versuche befanden sich in unlösbarem Widerspruch mit der Liebig'schen Theorie; die äussere Arbeit konnte darnach unmöglich der Grund, wenigstens nicht der einzige Grund des Zerfalles des Eiweisses sein. Man wurde nämlich durch die Analyse des Harns (C. G. Lehmann, Krahrmer, Friedrichs, Bidder und Schmidt) auf den sehr ungleichen, von der Eiweisszufuhr abhängigen Eiweissumsatz aufmerksam, und zwar trotz gleicher Leistung, d. h. gleicher Muskelanstrengung. Nach der Ansicht Liebig's hatte man entweder einen Ansatz des überschüssigen

Eiweisses oder eine entsprechend grössere Thätigkeit erwartet. Es war in der That äusserst unwahrscheinlich, dass die einfache Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung ebensoviele organisirte Material einreist, nur um neues wieder aufzubauen, ohne dass man dabei eine erhöhte Leistung der Organe erblickt; man kann durch reichliche Zufuhr bei möglichster Ruhe so viel Eiweiss zum Zerfall bringen, dass bei der frühern Annahme in wenigen Tagen der ganze Körperbau gewechselt worden wäre.

Was ist aber dann die Ursache der Eiweisszerstörung, wenn es nicht die Arbeit ist? Die Vorstellungen über die Bedingungen der Zersetzungen im Körper waren dazumal noch so wenig ausgebildet, dass man aus den gemachten Erfahrungen nicht das schliessen konnte, was man jetzt nach dem Hinzukommen neuer daraus schliesst. Ein Unbefangener hätte gesagt, die nach aussen sichtbare Arbeit hat eben gar nichts mit der Eiweisszerstörung zu schaffen; für eine solche Auffassung waren aber die Vorurtheile zu fest gewurzelt und es schienen sogar Thatsachen dagegen zu sprechen. Man hielt daher zum Theil die Liebig'sche Lehre fest, d. h. man liess eine gewisse constante Menge organisirten Eiweisses nach wie vor durch die Thätigkeit verloren gehen; dieser Theil, meinte man, müsse allein durch die Nahrung wieder ersetzt werden, während der darüber hinausgehende Theil der Zufuhr überflüssig sei und ohne zu einem Bestandtheil der Gebilde geworden zu sein, im Blute gleich unter Bildung von Harnstoff verbrenne. Nach Friedrichs gibt der Hunger das Maass für das nothwendige Eiweiss; Bidder und Schmidt führten den Namen der Luxusconsumption des Eiweisses ein.

Die Theorie von der Luxusconsumption des Eiweisses fand, weil sie die Thatsachen ungezwungener zu erklären schien, als die Theorie von der Abnützung des Organisirten durch die Arbeit, viele Anhänger, ja man kann sagen, alle Physiologen bis auf ganz vereinzelte Ausnahmen hingen ihr an. Man konnte zwar allerlei dagegen einwenden und Bischoff that diess auch in seinem Buche, „Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels“; er fragte, warum, wenn das Eiweiss im Blute direkt zu Harnstoff werden könne, diess nicht auch während des Hungers geschähe, wo doch noch viel Eiweiss im Blute sich befände; warum soll plötzlich, sowie mehr Ei-

weiss als zum Ersatz nöthig ist, eingeführt wird, eine ganz andere Bildungsweise des Harnstoffs Platz greifen durch eine Verbrennung des sonst so schwer oxydirbaren Eiweisses im Blute. Obwohl diese und andere Fragen nicht beantwortet und keine Beweise für eine Verbrennung des überschüssigen Eiweisses im Blute beigebracht werden konnten, so behielt, es ist nicht zu leugnen, die Theorie von der Luxusconsumption doch die Oberhand.

Letztere Theorie, wie sie von Lehmann, Frerichs und Bidder und Schmidt aufgestellt wurde, bestand aus mehreren Theilen. Man sagte ein gewisser Bruchtheil der Organe werde bei der sichtbaren Leistung zerstört, diess allein müsse ersetzt werden, das darüber hinaus, über den Verbrauch beim Hunger, Zuführte sei Luxus. Dies ist die wichtigere Seite der Lehre von der Luxusconsumption; wenn man nicht geglaubt hätte, dass nur die Arbeit die Organe abnütze und wenn man einen plausiblen Grund für die Zerstörung einer grösseren Eiweissmenge in den Organen gewusst, oder die Nothwendigkeit der letzteren erkannt hätte, so wäre Niemand auf den Gedanken einer Zersetzung des über den Verbrauch beim Hunger eingenommenen Eiweisses im Blute gekommen. Die Verbrennung im Blute ist nicht die Hauptsache jener Lehre, sie ist nur ein secundäres Beiwerk, während die Meisten, wie Kühne, sie für das Wesentliche und Charakteristische halten. Aus dieser Verwechslung entsprangen die vielen Missverständnisse; es könnte alles Eiweiss im Blute oder im Darm oder wo man will verbrennen und doch die Theorie von der Luxusconsumption falsch sein; es könnte aber auch alles Eiweiss in den Organen sich zersetzen, ohne dass damit die Gegner der Lehre von der Luxusconsumption gewonnen Spiel hätten.

Die Sache wurde allerdings nicht von Anfang an so scharf analysirt und meist gegen die Verbrennung im Blute polemisirt, (so nach von Bischoff und mir) statt dass man direkt zugesehen hätte, ob denn die übrigen Ansichten, wegen denen man eine Luxusconsumption annahm, stichhaltig sind.

Ist man nun wirklich im Stande zu zeigen, dass die grösseren Eiweissmengen überflüssig sind oder durch andere, z. B. stickstofffreie Stoffe ersetzt werden können; gibt es eine scharfe Grenze,

wo das Nothwendige eben gedeckt ist und der Luxus beginnt? Sind die ersteren nicht purer Luxus, sondern zu irgend etwas nöthig, so giebt es keine Luxusconsumption, wenn auch sämmtliches Eiweiss im Blute zerfallen sollte.

Nach meinen Experimenten stellt der Eiweissverbrauch eines hungernden Organismus keineswegs das Maass des zum Leben nothwendigen Bedarfs dar, denn eine ihm entsprechende Menge, für sich allein oder mit beliebig viel stickstoffreicher Substanz gereicht, schützt nie vor dem Hungertode; zur Erhaltung des kümmerlichsten Zustandes ist wenigstens  $2\frac{1}{2}$  mal so viel Eiweiss nöthig, als bei Entziehung der Nahrung verbraucht wird. Jeder Versuch, ein Thier nach den Grundsätzen der Luxusconsumption zu füttern, hätte das klägliche Ende genommen.

Man kann keinen festen Punkt zwischen nothwendigem Bedarf und unnöthiger Zerstörung eines Ueberschusses finden; jeder Zuschuss von Eiweiss, auch wenn der Bedarf noch lange nicht gedeckt ist, bringt eine Vermehrung der Zersetzung hervor, und schliesslich ist auch die höchste Zufuhr und Zersetzung des Eiweisses nach Bischoff's und meinen Untersuchungen nicht ein Ueberfluss, der ebensogut hätte wegbleiben oder durch andere Stoffe hätte ersetzt werden können, da jede Vermehrung von Eiweiss in der Nahrung alsbald den Stand desselben in den Organen erhöht, zu dessen Erhaltung fortwährend die grössere Eiweissmenge zugeführt werden muss; sobald man weniger gibt, sinkt der Eiweisstand im Körper wieder herab, d. h. die frühere Menge, mag sie im Blute oder dem Darm, oder irgendwo anders zerstört worden sein, war nöthig, um den ihr entsprechenden Reichthum an Eiweiss im Körper zu erhalten. Dadurch ist der eine Pfeiler, auf dem die Theorie von der Luxusconsumption aufgebaut war, ihr entzogen; der Hunger ist kein Maass des Nothwendigen und ein grösserer Zuschuss von Eiweiss ist nicht unnöthig, sondern bringt einen gewissen Zustand im Körper hervor. Ein durch Hunger oder schlechte und unzureichende Nahrung heruntergekommener Körper ist eben nicht der gleiche, wie ein in voller Kraft befindlicher; man kann einen allmählichen Uebergang vom Eiweisstand beim Hunger und dem bei reichlichster Ernährung nachweisen.

Aber auch der andere Grundsatz der Theorie von der Luxusconsumption, den sie von der Liebig'schen Anschauung mit herübernahm, nämlich der, dass der nothwendige Theil der Zufuhr zum Ersatz des durch die Arbeit abgenützten diene, erwies sich durch die Experimentalkritik als unrichtig. Auch bei der grössten und anhaltendsten Muskelanstrengung wird, wie ich bewiesen habe, bei gleicher Nahrungszufuhr nicht mehr Eiweiss verbraucht, als bei möglichster Ruhe. Damit ist der Ausgangspunkt der ganzen Lehre illusorisch geworden; denn nur weil man keine vermehrte Arbeit trotz der grösseren Eiweisszeretzung sah, nahm man einen Ueberfluss und eine Zerstörung desselben im Blute an. Gleichzeitig ist dadurch auch die Liebig'sche Lehre, nach der die nach Aussen sichtbare Arbeitsleistung die Ursache der Eiweisszeretzung ist, gefallen. Bischoff und ich hatten die letztere schon etwas modificirt; wir liessen erstens, da es doch zu unwahrscheinlich war, dass bei der in einem Tag möglichen Zerstörung von 2500 Grmm. Fleisch eine entsprechende Menge organisirter Gebilde des Körpers zu Grunde gehe, nicht das Organisirte, sondern vorzüglich das Eiweiss des Plasma's der Zersetzung anheimfallen, und dann meinten wir, immer noch befangen in der Ansicht, bei der Arbeit finde sich allein die Bedingung des Eiweisszerfalls, die innere Arbeit, d. h. die Bewegung der durch die Nahrungszufuhr vermehrten Säfte nehme so viel Material in Anspruch. So sicher auch der Boden schien, auf dem diese Ideen aufgebaut worden, so war er doch hohl, denn die Umsetzung des Eiweisses wird von der Arbeit gar nicht influirt.

Was blieb bei dieser Lage von der ganzen Theorie von der Luxusconsumption übrig? Die Zufuhr der grösseren Eiweissmenge stellte sich nicht als Luxus, sondern als für einen bestimmten Zweck nothwendig heraus, das, was der Sache den Namen gegeben, lässt sich nicht erweisen; das Organisirte wird nicht bei der Arbeit vernichtet und es war daher nicht mehr nothwendig, einen Ueberfluss von Eiweiss anderswo zerstören zu lassen. Es bleibt nichts übrig als die Idee von der Verbrennung von Eiweiss im Blute, nicht eines luxuriösen Ueberflusses, sondern eines Theils des für's Leben Nothwendigen. Dieses Radiment der ganzen Lehre halten nun die Meisten, wie gesagt, für ihren eigentlichen Kernpunkt,

während die Verbrennung im Blute nur eine Folgerung aus den andern als falsch erwiesenen Prämissen war. Wie steht es nun mit dieser Verbrennung von Eiweiss im Blute? Erwiesen hat dieselbe noch Niemand, und es ist nöthig, darauf mit Entschiedenheit aufmerksam zu machen. Dennoch bin ich der Ansicht, obwohl ich ein Gegner von der Luxusconsumption bin, dass im Blute, weil es ein Organ ist wie jedes andere auch, nach Maassgabe seiner Zellenthätigkeit Eiweiss zerstört wird.

Die neueren Erfahrungen machen die frühere unerwiesene Annahme von der Verbrennung eines Ueberschusses im Blute völlig unnöthig. Es fragt sich nämlich, was ist die Ursache der Eiweisszeretzung, wenn die Arbeit, wie die beiden früheren Theorien voraussetzten, kein Moment dabei ist. Man muss jetzt sagen, dass die Organe immer, auch wenn sie keine äussere Arbeit leisten, Eiweiss zersetzen, sowie dabei auch fortwährend Kohlensäure abgeschieden wird. Der Fehler, in den man verfallen war, war der, dass man nur bei äusserer Arbeit einen Muskel thätig sein und sich zersetzen liess, während er doch lebt und thätig ist bei der vollkommensten äusseren Ruhe, wie alle Organe im Körper, eine Leber, ein Gehirn etc. Das Blut hat so gut seinen Stoffwechsel wie der Muskel und wenn Eiweiss in ersterem zerstört wird, so geschieht diess unter den gleichen Bedingungen wie in den übrigen Organen. Zersetzung im Stoffwechsel und eine Oxydation im Blute lassen sich nicht als Gegensätze auffassen. Jetzt müssen wir sagen, jedes lebende Organ, jede Zelle ist fortwährend stofflich thätig und dabei sind die Bedingungen für die Eiweisszeretzung gegeben. Diese Anschauung wurde von mir in allen neueren Publikationen vertreten und sie war die natürliche Folgerung der von mir gefundenen Thatsache. Denn jetzt, wo man das Eiweiss nicht mehr ganz oder theilweise in den Organen durch die Arbeit zerstören zu lassen braucht, wo es ohne Arbeit in den Organen der Zersetzung unterliegt, hat es nichts Widersinniges mehr, auch bei der Aufnahme der grössten Massen von Eiweiss diese in den Organen gleichmässig, d. h. nach Maassgabe ihrer Zellenthätigkeit, also auch im Blute zu Grunde gehen zu lassen. Ich habe zwar in Beziehung der Lehre von der Luxusconsumption nichts dagegen, wenn man dabei bleiben

will, der grösste Theil des Eiweisses zerfalle im Blute, meinethwegen geht Alles darin zu Grunde, wie M. Traube annimmt, nur ist diess doch wahrhaftig im höchsten Grade unwahrscheinlich, da das Blutgefässsystem kein abgeschlossenes Canalsystem ist, sondern seine ganze Bedeutung gerade darin besteht, dass es sich sehr leicht in Beziehung zu den Organen zu setzen vermag. Will man wirklich annehmen, die Organe ausser dem Blute haben mit einer grösseren Eiweissmenge in der Nahrung nichts zu thun, sondern sie nehmen nur ihren constanten nothwendigen Bedarf aus dem Blute auf, das Uebrige bleibe im Blute und verbrenne; woher aber dann die vermehrte Absonderung der Verdauungssäfte, die grössere Menge der in der Leber erzeugten Galle, das Anwachsen des Lymphstromes, woher endlich die Möglichkeit einer grösseren Arbeitsleistung? Wer will es unternehmen, die vielfachen Beobachtungen bei Ernährung mit Eiweiss zu erklären, ohne die Annahme, dass sich Blut und Organe (je nach der Grösse ihrer Blutzufuhr) in's Gleichgewicht setzen? Bei guter Ernährung nehmen alle Organe gleichmässig zu, nie das Blut einseitig, und wir sehen in wenigen Tagen, je nach der Ernährung, die verschiedensten Zustände im ganzen Körper wechseln.

Einen Stoffwechsel im früheren Sinne gibt es gar nicht, d. h. eine Zerstörung des Organisirten durch Abnützung bei der Arbeit; die Bedingungen der Eiweisszersetzung sind ganz andere, sie finden sich wahrscheinlich bei der Wechselwirkung des Organisirten mit dem Ernährungsmaterial. Ich habe daher schon vor acht Jahren gesagt: „ein mächtiger Strom eiweisshaltiger Flüssigkeit verlässt beständig das Blut, badet die Organe und kehrt wieder zum Blute zurück. Auf diesem Wege und bei der Wechselwirkung der Zellen mit dem Plasma tritt die Zerlegung des flüssigen, nicht des organisirten Eiweisses ein, vielleicht auf ähnliche Weise, wie wir bei unseren relativ groben osmotischen Versuchen oder durch Haarröhrenanziehung Trennungen von chemischen Verbindungen bewirken können. Empfängt das Blut mehr Eiweiss von der Nahrung, so setzt es sich rasch mit den Organen in's Gleichgewicht; dadurch schwillt der durch die Organe gehende Strom an und es wird mehr Eiweiss in die Bedingungen der Zersetzung hineingezogen.“ Blut

und Organe lassen sich nicht trennen und ich kenne daher keine zwei verschiedenen Modi der Zersetzung mit verschiedener Wirkung, sondern nur einen einzigen Modus. Wenn Kühne sich also dahin ausspricht, dass jede Berechtigung fehlt, einen Gegensatz zwischen dem Blute und den Geweben, oder zwischen dem Plasma des Blutes oder dem der Gewebe aufzustellen, so stimme ich damit vollkommen überein, bestreite aber dennoch, dass diese Ueberlegung irgend etwas mit der Frage der Luxusconsumption zu thun hat, denn ich behaupte ersteres seit Jahren, bin aber doch ein Gegner der letztern; ein Gegensatz zwischen Blut und Organ wurde ja nicht nur von Liebig und Bischoff, sondern auch von den Anhängern der Lehre von der Luxusconsumption angenommen.

Keine einzige der Annahmen, die die Theorie von der Luxusconsumption voraussetzt, erweist sich als richtig, es könnte sich nur fragen, ob die Herstellung eines so grossen täglich zu Grunde gehenden Eiweissvorrathes nicht ein Luxus ist, der vermieden werden kann. Hier kommt es auf die zu ernährende Masse und auf die Leistung an, welche von einem Körper gefordert wird, denn die Eiweisszufuhr bestimmt vorzüglich den Stand des Körpers und dessen Leistungsfähigkeit. Mag man über den Nutzen des Eiweisses eine Ansicht haben, welche man will, jedenfalls bedingt dasselbe die arbeitende Zellenmasse und die Grösse der Sauerstoffzufuhr, von der wieder die Zersetzung und also auch die Leistung abhängig ist. (Pettenkofer und ich.) Wenn also ein Mensch eine Arbeit nie ausführt, zu der er doch vermöge seiner Eiweisszufuhr befähigt wäre, so ist die Herstellung eines solchen Zustandes allerdings ein Luxus, und nur in diesem Sinne könnte man von einer Luxusconsumption reden. Ein arbeitender Organismus braucht zur Erhaltung seiner Körpermasse viel Eiweiss, auch wenn er einen oder den andern Tag gerade nicht thätig ist, weil er seinen Körper arbeitsfähig erhalten muss. Die geringste Menge von Eiweiss mit Zusatz stickstoffloser Stoffe, welche den Körper zu der von ihm verlangten Leistung befähigt, ist das Ideal der Nahrung; aber est ist ein Irrthum, in den nur Leute verfallen können, welche noch nie den Versuch gemacht haben einen Körper zu ernähren, zu glauben, dass wir meist viel mehr Eiweiss geniessen als eigentlich nothwendig ist; ich wünschte

nur, ich dürfte diese nach ihren Theorien eine Zeit lang ernähren, sie würden sich dann wohl am ehesten zu einer anderen Anschauung bekehren.

Soll es aber nicht ein Luxus sein, wenn Eiweiss ausserhalb der Organe, z. B. im Blute oder dem Darne, zu Grunde geht? Ich wüsste nicht warum. Eine Luxusconsumption von Eiweiss besteht nur dann, wenn letzteres zur Erhaltung eines für den Körper notwendigen Zustandes nicht erforderlich ist. Wenn im Darne schon ein Theil des Eiweisses aus Ursachen, die nicht umgangen werden können, ohne weiteren Nutzen für den Organismus verbraucht wird, so ist die Zufuhr nicht ein Luxus, sondern nothwendig; sollte sich auch die grösste Menge Eiweiss im Darne zersetzen, so kann man noch nicht von einem Luxus sprechen, sondern die Einrichtung des Organismus ist schlecht, so dass eine grössere Zufuhr stattfinden muss als wenn sie besser wäre. Wenn wir in einem Zimmer einen schlecht gebauten Ofen stehen haben, dessen Construction wir nicht ändern können, sondern als gegeben hinnehmen müssen, so werden wir viel Holz verbrauchen, um unserem Zimmer eine angenehme Wärme zu geben; dies ist aber für den schlechten Ofen kein Luxus, denn wenn wir nicht frieren wollen, müssen wir so viel Brennmaterial in den Ofen schieben.

Nach diesen Auseinandersetzungen wird es wohl einleuchtend sein, dass die Kühne'schen Angaben die Existenz einer Luxusconsumption nicht ein für alle Mal darthun. Kühne's Auffassung von der Sache, nämlich eine Zersetzung von Eiweiss im Darm oder Blut, ist nicht die, wie sie sich allmählich durch die Forschung entwickelt hat, sie ist vielmehr eine durch Experimente schon abgethane, die mit der eigentlichen Frage gar nichts zu thun hat. Nach meiner Ansicht ist vollkommene Klarheit in dieses viel bestrittene Gebiet gekommen und es darf sich jede der Parteien beruhigen; jede hat geirrt, aber jede zur schliesslichen Erkenntniss der Wahrheit beigetragen. Es hat jedoch keinen Nutzen und Sinn immer fort die veralteten Schlagwörter, die jetzt eine ganz andere Bedeutung erlangt haben, zu gebrauchen oder zu bekämpfen.

#### Corrigenda.

S. 236 Zeile 6 von oben ist nach „folgte“ einzuschalten: 1867 war es umgekehrt.

#### Experimenteller Beitrag zur Wirkung des Alkohols im Fieber.

Von Dr. Gustav Strassburg aus Bremen.



Die Frage, ob dem Alkohol innerlich gereicht eine Wirkung auf die Temperatur zukomme, sei es nun, dass dieselbe herabgesetzt oder erhöht wird, hat in der neueren Zeit zu manchen Controversen Veranlassung gegeben. Hauptsächlich dieser Umstand verschuldet es, dass die Anwendung des Alkohols am Krankenbette des Fiebernden bisher grosses Bedenken machte und nur wenige Praktiker sich dazu entschliessen konnten.

Ich gebe hier einige Beobachtungen, die mir während meines Aufenthaltes im hiesigen Garnison-Lazareth von meinem Vorgesetzten, Herrn Oberstabs-Arzt Dr. Baltes, freundlichst gestattet wurden.

Als erstes Beobachtungsobject diente der Husar K., 22 Jahre alt, der mit einem intensiven Erysipelas bullosum an der linken unteren Extremität, welches von einem Exzern am betreffenden Unterschenkel ausgeht, zur Behandlung kam.

Die Temperaturmessungen geschahen in der Achselhöhle<sup>1)</sup>, meistens um 7 und 8 Uhr Abends; das Thermometer blieb 15 Minuten liegen. Die nachstehende Tabelle zeigt links die Temperaturen ohne Aufnahme von Alkohol, rechts die Temperaturen vor und nach Darreichung von 100 Ccm. Spirit. vini rectificatiss. mit 2 Tropfen Oü. Citri, der doppelten Menge lauwarmen Wassers und etwas Zucker versetzt. Dieses Getränk wurde jedesmal unmittelbar nach der ersten Messung eingenommen.

Ohne,			mit Alkohol		
Datum	Zeit	Temperatur	Datum	Zeit	Temperatur
7. Jan. 1874.	7 Uhr 8 Uhr Abends <sup>2)</sup>	40,5 40,6	8. Jan. 1874.	7 Uhr 8 Uhr	41,0 40,5
			9. -	5 - 6 -	39,9 39,7
			10. -	7 - 8 -	39,5 39,0
			11. -	7 - 8 -	40,1 39,8
			12. -	7 - 8 -	39,0 38,8
			13. -	7 - 8 -	38,7 38,4
14. -	7 - 8 -	38,1 38,1			
15. -	7 - 8 -	37,9 37,9	16. -	7 - 8 -	37,9 37,7

<sup>1)</sup> Die Messungen in der Achselhöhle sind zwar zur absoluten Messung kleiner Differenzen nicht tauglich, jedoch zur relativen Bestimmung vollkommen brauchbar. Vgl. Daub, Centrall. f. d. med. Wissensch. No. 30. 1873.

<sup>2)</sup> Wie bei allen folgenden Messungen.

Diese Versuchsreihe lässt ohne Zweifel einen Abfall der Temperatur nach Aufnahme des Alkohols erkennen, der in maximo 0,5 beträgt. Der Einwand, dass das Sinken durch die Tagesschwankungen bedingt sein könnte, kommt durch die Controlversuche in Wegfall.

Der Patient zeigt sich gegen das Getränk nicht abgeneigt; derselbe giebt an, er empfinde unmittelbar nach der Einnahme ein aufsteigendes Hitzegefühl nach dem Kopfe, welches eine Viertelstunde anhielt, sodann folge ein allgemeines Wohlbehagen und während der Nacht ein guter Schlaf. Von Schweiss war nie etwas zu gewahren.

Die zweite Fieberform, die ich mit Alkohol behandelte, ist eine Febris hectica. Zur Beobachtung diente der Unteroffizier J., 22 Jahre alt, der am 13. December jr. in's Lazareth aufgenommen wurde. Derselbe, stark abgemagert und von cledem Aussehen, zeigt eine beiderseitige tuberculöse Spitzenaffection mit fortschreitender Cavernenbildung auf der rechten Seite.

Die Messungen geschahen auch hier in der Achselhöhle und dauerten 15 Minuten. Als Getränk wurden 100 Ccm. sehr guter Cognac, entsprechend 45 Ccm. absol. Alkohol, mit dem doppelten Volum Wasser, ein wenig Citronensaft und Zucker vermischt, verabreicht.

Ohne			mit Cognac		
Datum	Zeit	Temperatur	Datum	Zeit	Temperatur
7. Jan. 1874.	7 Uhr 8 Uhr	39,3 39,5			
8. -	7 - 8	39,1 39,2			
9. -	7 - 8	40,0 40,0			
			10. Jan. 1874.	5 Uhr 6 Uhr	40,1 39,8
			11. -	7 - 8	39,5 39,2
			12. -	5½ - 6¼	40,0 39,8
			13. -	7¼ - 8¼	39,1 38,9
14. -	7 - 8	38,3 38,6	16. -	7 - 8	39,3 38,5
15. -	7 - 8	38,9 38,9	17. -	7 - 8	39,2 38,7
			18. -	7 - 8	39,5 39,2
			19. -	7 - 8	39,8 38,9
			20. -	7 - 8	40,2 39,9
			21. -	7 - 8	40,2 39,7
			22. -	7 - 8	40,7 39,8
			23. -	7 - 8	39,9 39,3
			24. -	7 - 8	39,0 38,5
			25. -	7 - 8	40,2 39,6
27. -	7 - 8	39,3 39,4	26. -	7 - 8	39,7 39,1
28. -	7 - 8	39,9 39,9			
29. -	7 - 8	40,0 39,9			

Ohne			mit Cognac		
Datum	Zeit	Temperatur	Datum	Zeit	Temperatur
			30. Jan. 1874.	7 Uhr 8 Uhr	40,3 39,6
			31. -	7 - 8	39,5 38,9
			1. Febr.	7 - 8	39,7 38,8
			2. -	7 - 8	40,0 39,4
			3. -	7 - 8	40,1 39,8
4. Febr. 1874.	7 Uhr 8 Uhr	38,9 38,9			
5. -	7 - 8	39,5 39,5			
6. -	7 - 8	40,2 40,1			
7. -	7 - 8	39,3 39,2			
			8. -	7 - 8	39,0 38,5
			9. -	7 - 8	39,7 39,2
			10. -	7 - 8	39,5 38,9

Vergleichen wir beide Seiten der Tabelle mit einander, so sehen wir, dass an den Tagen, an welchen kein Cognac gereicht wurde, die Temperatur in 5 Fällen gleich geblieben ist, viermal eine Steigerung in maximo um 0,3 und viermal einen Abfall jedesmal um 0,1 zeigt. Diese letztere Ziffer liegt bekanntlich sogar bei Ausmessungen innerhalb der Fehlergrenze. Dagegen belehren uns die an den Tagen gewonnenen Zahlen, wo Cognac angewendet wurde, dass stets ein Abfall, d. i. 23mal, der Temperatur erfolgt ist und zwar mehrmals um 0,9<sup>1)</sup>, im Durchschnitt um ein wenig über 0,5<sup>1)</sup>.

Mir ist bekannt, dass bei der Febris hectica die Temperatur eine sehr wechselnde sein kann, oft ein jähes Steigen und Sinken wahrgenommen wird, und deshalb die Beobachtungen in dieser Fieberform einige Vorsicht bei der Beurtheilung erfordern. In dieser langen Reihe von Temperaturmessungen mit genügenden Controlversuchen dürfte indess kein Zweifel obwalten, dass hier der Abfall der Temperatur lediglich dem Alkohol zuzuschreiben und keine blosser Erscheinung der Tagesschwankungen ist.

Bemerken will ich noch, dass der Patient immer unter gleichen Lebensbedingungen gehalten wurde, sich während der Messungen in ruhiger Lage im Bette befand, die Temperatur des Zimmers annähernd stets eine gleiche war (15—16° R.). Ueble Wirkungen des dargebrachten alkoholischen Getränks will Patient nie verspürt haben; er nahm seinen „Labetrunk“, wie er sich äusserte, gern und lehrte, dass er sich nach demselben angeregt, munterer fühle, dass er Nachts gut schlafte

<sup>1)</sup> Beim Absenden dieses Aufsatzes zum Druck waren wieder 7 Abende verlossen, an welchen der Alkohol abermals ganz ausnahmslos den bisherigen Temperaturabfall bewirkt hatte. Im Ganzen also 30 übereinstimmende Beobachtungen mit 12 Controlversuchen.

und meistens viel weniger schwitze, als wenn der Controle wegen ihm sein Cognac entzogen wurde.

Jürgensen (cf. Die Körperwärme des gesunden Menschen. Leipzig 1873.) hat constatirt: „Bei dem gesunden ruhenden Menschen findet eine erhebliche Herabsetzung der Körperwärme durch solche Chininmengen, welche bei dem Fiebernden sicher diese Wirkung haben, nicht statt.“ Dem scheint zu entsprechen, was ich im folgenden dritten Falle vom Alkohol gesehen habe.

Zur Beobachtung diente mir der Gefreite S., 22 Jahre alt, der, mit einer in der Tiefe bestehenden Pleurone des linken Oberschenkels behaftet, im April vorigen Jahres in's Lazareth aufgenommen wurde. Die Entzündung trat in grosser Ausdehnung auf; mehr oder weniger grosse Abscesse zeigten sich an verschiedenen Stellen der hinteren Fläche des Oberschenkels. — Erst in der Zeit der Recovaleszenz, wo kein Fieber mehr vorhanden war, bot sich mir Gelegenheit, Versuche mit Alkohol anzustellen.

Ort und Dauer der Messung, wie früher angegeben; Patient befand sich in Bette und wurde während der Untersuchungen unter gleichen Lebensbedingungen gehalten. 200 Ccm. reinen Cognacs (entsprechend 90 Ccm. absol. Alkohol), vermischt mit der dreifachen Menge Wassers und etwas Zucker wurden jedesmal um 3 Uhr 15 Min. Nachmittags auf einmal gegeben.

Ohne			mit Cognac		
Dat.	Zeit	Temperatur	Dat.	Zeit	Temperatur
31. Mai	3 Uhr	38,2			
	4 Uhr	38,2			
	5 Uhr	38,4			
1. Juni	3 - 4 - 5	38,2 38,3 38,3			
2. -	3 - 4 - 5	38,2 38,2 38,4			
			3. Juni	3 Uhr	37,1
				4 Uhr	36,7
				5 Uhr	36,8
			4. -	3 - 4 - 5	37,5 37,3 37,4
			5. -	3 - 4 - 5	37,4 37,4 37,5

Trotz der doppelt starken Quantität Alkohol ist also kein so grosser Abfall der Temperatur erfolgt, als in den beiden Fieberfällen. Ganz analog dem Chinin scheint also für den Alkohol das nehmliche Gesetz zu existiren, dass Anwesenheit von Fieber ein mehr sicheres Eingreifen bedingt. Auch die Gewöhnung kommt bekanntlich im fieberfreien Zustand sehr in Betracht.

Ungünstige Wirkungen auf das Allgemeinbefinden verursachte das alkoholische Getränk auch in diesem Falle nicht; das Sensorium war nicht benommen und keinerlei Symptome einer Trunkenheit waren zu constatiren. —

Es bestätigen somit die von mir angestellten Versuche die Angaben von Binz und seinen Schülern, dass der Alkohol da, wo er wirke, meistens temperaturerniedrigend wirke. Ich bin

ebenfalls weit davon entfernt zu glauben, dass in allen <sup>1)</sup> fieberhaften Krankheiten sich der Alkohol von nennenswerthem Einfluss auf die Temperatur zeige; versprechen wir uns dies ja auch nicht vom Chinin z. B. bei Febris hectica oder bei Remittens. Nur muss man über die Dosirung sich klar werden. „50 oder 100 Ccm. absoluter Alkohol“ klingt entsetzlich giftig, und in diesem Sinne habe ich oft verschiedene Aerzte sich aussprechen hören. Und doch, wenn wir, wie ich es selbst that, Bier analysiren, so zeigt sich, dass in jedem Liter gewöhnlichen deutschen Gebräues wir gegen 40—50 Ccm. Alkohol aufnehmen. Von drei hiesigen Proben gab im Geisler'schen Vaporimeter die eine 4,0 Vol.-Proc., die beiden andern 4,4 und 50,1. Mit den gebräuchlichen Rhein-, Mosel- und Bordeaux-Weinen ist es nicht anders; die Flasche zu 800 Ccm. gerechnet, sind durchschnittlich 80 Ccm. absoluten Alkohols darin enthalten. Die meisten erwachsenen Männer vertragen das und noch mehr, ohne zu wanken. Im Fieber steigt bekanntlich schon wegen der raschen Zerstörung des Alkohols die Toleranz des Nervensystems für ihn bedeutend. Alle dem gegenüber ist es deshalb unlogisch, von jenen Dosen von 5—15 Ccm.<sup>2)</sup> irgend etwas zu erwarten, und durchaus angemessen, wenigstens zu den Gaben zu greifen, die wir auch bei gesundem Zustande als unschädlich kennen.

Die richtige Dosirung nun vorausgesetzt, so will ich keinen besondern Werth gerade auf die fieberwidrige Kraft des Alkohols legen. Das ist meines Wissens in Deutschland auch nie geschehen. Ich constatare hier nur, dass der Alkohol, da wo er wirkte, nicht nur das Fieber nicht erhöhte, sondern sogar etwas herabsetzte. Andere Indicationen für ihn, deren es ja so viele giebt, finden also das alte vorurtheisvolle Hinderniss nicht, womit sie bis in die neueste Zeit behaftet waren.

<sup>1)</sup> Fourrier, chirurgien adjoint des hôpitaux de Compiègne (cf. Bulletin général de thérapeutique médicale et chirurgicale. 6e Livraison. 30. Sept. 1873) wandte während des Krieges 1870-1871 den Alkohol, ebenfalls bei Soldaten von uns, im Typhus an in Gaben von 30—40 Grm. und beobachtete durch gleichzeitige Controllen, dass derselbe auf den Verlauf der Krankheit einen günstigen Einfluss ausübte, indem die Dauer abgekürzt wurde; ferner dass, wo Delirien auftraten, diese rasch cessirten.

<sup>2)</sup> Dass Senator (cf. Untersuchungen über den fieberhaften Process, Berlin 1873) keine durchschlagenden Resultate erzielte, hat darin seinen Grund, dass die Dosen, 30—50 Grm. Spirit. vini rectificatiss. pro die, entschieden viel zu niedrig gegriffen sind.

Dass man sich am Krankenbette mehr noch, wie im gesunden Zustande vor allen unreinen, besonders vor den fäulnishaltigen Alkoholicis zu hüten hat, versteht sich von selbst. Um sicher zu gehen, thut man am besten, sich des Spirit. vini rectificatiss. (nach der Pharmacop. Germanica 90—91 Volumprocent absoluten Alkohols enthaltend) zu bedienen, den man passend mit Wasser, wenig Citronensaft und Zucker verdünnt. —

Demnächst gedenke ich auch eine Reihe von Beobachtungen mitzuthellen, die einen günstigen Erfolg von localer Behandlung der Diphtheritis des Rachens mit absolutem Alkohol ergeben haben.  
Bonn, den 17. Febr. 1874.

the results may be useful to others, I beg to offer them to the Society.

I first examined the composition of a very fine "Clean" fish, caught in the estuary of the Tay in May last year, and weighing 20 pounds. I have never seen a finer fish from that far-famed salmon-river.

I have also, in contrast with this, examined a "Foul" fish, or Kelt, taken in the beginning of March last from a pool where spawned fish are known to congregate at that season in the Isla, a principal tributary of the Tay. It weighed 27 pounds the day after it was caught, and would probably have weighed 35 pounds in good condition. In order to account for my being in lawful possession of such an article, I must mention that I owe it to the consent of the Commissioners for the Tay Fisheries, whose kindness in presenting, for a scientific object, what otherwise cannot be easily obtained without infringing the law, may receive, as I hope, some return in the additional proof which analysis supplies of the inferiority of the salmon as food when in the state of a Kelt, and the folly of destroying it before it recovers condition.

The clean salmon of last May presented abundance of fat under the skin, and in masses betwixt the muscles. Avoiding all accumulations of fat in mass, I cut one piece of muscle from the dorsal region a little in front of the dorsal fin, and another from the ventral region directly opposite; so that the one should represent the "thick," and the other the "thin," of a slice of salmon. Four hundred grains of each being cut into fine chips about twelve hours after the fish was caught, each was separately exhausted by ether; and the ether was distilled off at a gentle heat. When the residual oil was deprived of a little adhering alcohol and water by heating it gently for an hour in an open vessel, it had a bright amber colour, and a strong odour not very different from that of cod-liver oil. The fibrous residuum was dried at 212° till it ceased to lose weight. A portion of the dry residue was incinerated in order to determine the fixed saline constituents. The difference denoted the dry nitrogenous nutritive principles, fibrin, albumen, and extractive matter usually called osmazone.

2. On the Composition of the Flesh of the Salmon in the "Clean" and "Foul" condition. By Sir Robert Christison, Bart.

Having had occasion lately to fill up some blanks in a table of the Nutritive Value of different kinds of Food, I was unable to find for the purpose an analysis of the flesh of the Salmon. I have therefore made such an analysis as is necessary; and as

The results were as follows:—

	Dorsal.	Abdominal.	Mean.
Oil . . . . .	16.66	20.4	18.53
Fibre, albumen, ex- tractive matter . . . . .	20.57	18.82	19.70
Saline matter . . . . .	0.88	0.88	0.88
Water . . . . .	61.89	59.90	60.89
	100.00	100.00	100.00

The Kelt of last March was as ugly a specimen of the *Salmo Salar* as I have ever seen. It was 38 inches long, weighed 27 pounds, and was very lank in the belly, soft in the flesh, much lacerated in the dorsal fin and tail, and of a uniform, disagreeable, mottled-grey colour over the entire skin. In its structure otherwise it was a true male salmon. I subjected it to analysis in the same way as the clean fish, with the following results. The analysis was made about forty-eight hours after the fish was caught; and in the interval it was shut up in a box, so that there could not have occurred any appreciable loss by evaporation.

	Dorsal.	Abdominal.	Mean.
Oil . . . . .	1.2	1.30	1.25
Fibrin, albumen, extrac- tive matter . . . . .	16.92	17.22	17.07
Saline matter [inferred from the former ana- lysis] . . . . .	0.88	0.88	0.88
Water . . . . .	81.0	80.60	80.80
	100.00	100.00	100.00

Thus it appears—1. That the nitrogenous solids of a Clean salmon, and its oil or fat, constitute together in round numbers 38 per cent of its flesh; the remaining 62 per cent being water, with a little saline matter (0.9 per cent.). 2. That the fat and the nitrogenous constituents are nearly equal to one another. 3. That there is decidedly more fat in the "thin" or abdominal region than in

the "thick" or dorsal region, but somewhat less of nitrogenous constituents. 4. That there is very little difference in constitution between the dorsal and abdominal regions of a "Foul" fish or Kelt. But, 5. That the Kelt is a much more watery fish than the clean salmon; and that this is slightly owing to a deficiency in nitrogenous ingredients, but much more to an enormous deficiency of oil or fat,—which is reduced to almost a sixteenth only of its amount in a clean-run fish.

I am not aware of any good authority for the prevalent notion that a Kelt is unwholesome food. But it is plain from the foregoing analysis, that the Parisian gastronome,—who, before the late stringent measures against river-poaching in Scotland during close-time, consumed a large proportion of Scottish Kelt,—must have been indebted for his enjoyment therein much more to his cook than to his fish. On the other hand, it is easy to see why an Apicius, whose taste has been cultivated on the banks of a Scottish salmon-river, should wonder how any one can imagine, that the delicate flavour of a fish in good condition is improved by besmearing it with butyraceous sauces, simple or compound.

**Cholera-Infektions-Versuche an weissen Mäusen.**

Von Prof. Dr. H. Ranke.

Meine Herrn! Bekanntlich hat Prof. Carl Thiersch, jetzt in Leipzig, im Jahre 1854 hier in München Cholera-Infektions-Versuche an weissen Mäusen vorgenommen, welche ein positives Resultat ergaben und desshalb den Schlüssel zum Verständniss der Cholera-Infektion auch beim Menschen zu bieten schienen.<sup>1)</sup>

Thiersch experimentirte mit circa 80 Stück weissen Mäusen und machte im Ganzen 55 Versuche, in deren Folge 44 Mäuse unter choleraähnlichen Erscheinungen erkrankten und 14 verendeten.

Die Mäuse erhielten, wie Sie wissen, in Choleraejection oder Choleraarminhalt getauchte Filtrirpapierstreifen, weiche letztere an der Luft getrocknet worden waren.

Bei den Versuchen wurden je 2 Mäuse in einen Käfig gebracht und erhielten je ein ein Quadratzoll grosses Stück inficirtes Papier von Einem Zersetzungstage je 4 Tage lang.

<sup>1)</sup> Infektions-Versuche an Thieren mit dem Inhalt des Cholera-darms. München bei Cotta 1855 u. 1856.

Thiersch fasst das Resultat seiner Versuche in folgenden Worten zusammen:

„Bei der Zersetzung des Darminhaltes von Choleraleichen und Cholera-kranken kam es nach 2—6 Tagen zur Bildung eines Stoffes von spezifischer Wirksamkeit.

„Dieser Stoff war nicht flüchtig, er haftete an dem getrockneten Rückstand der Flüssigkeit.

„Dieser Stoff in äusserst geringer Menge eingebracht in die Nahrungswege der Versuchsthiere verursachte eine Krankheit, welche in den Darmentleerungen und in der krampfhaften Affection der Musculatur mit der Cholera übereinstimmt.

„Mehrere Male konnte mit Sicherheit constatirt werden, dass dem Ausbruch der Krankheit ein Stadium der Latenz vorherging.

„Wenn die Krankheit den Tod herbeiführte, so war der Befund des Darmcanales von dem Befund, wie man ihn bei Leichen trifft, die aus dem asphyctischen Stadium der Cholera stammen, nicht zu unterscheiden.

„In einem späteren Zeitraum der Zersetzung des Darminhaltes konnte mit den nicht flüchtigen Zersetzungsstoffen desselben eine derartige Wirkung nicht mehr erzielt werden“.

Es ist nicht wunderbar, dass diese Versuche damals allenthalben in der ärztlichen Welt das grösste Aufsehen erregten. Schienen sie doch auf eines der dunkelsten und räthselreichsten Gebiete der Pathologie ein helles Licht zu werfen.

Im Jahre 1866 wurden die Thiersch'schen Versuche von Dr. Burdon Sanderson<sup>1)</sup> in London vollkommen nach Thiersch'scher Methode wiederholt. Sanderson experimentirte übrigens nicht mit weissen Mäusen, sondern mit gewöhnlichen Hausmäusen.

<sup>1)</sup> Ninth Report of the Medical Officer of the Privy Council 1866, London p. 434. Dr. Burdon Sanderson on the experimental proofs of the communicability of Cholera.

Wie lange dieselben vor dem Versuch gefangen und an Futter und Gefangenschaft gewöhnt worden waren, ist nicht angegeben.

Auch Sanderson experimentirte in der Weise, dass immer je 2 Thiere in einen Käfig separirt wurden und an 4 aufeinanderfolgenden Tagen je 1 Quadratzoll in Choleraflüssigkeit getränktes Filtrirpapier von Einem Zersetzungstage erhielten.

Er begann seine Versuche mit 50 Mäusen in 25 Käfigen am 7. September.

Zuerst fand er, dass die Mehrzahl der Thiere das nach Thiersch'scher Methode einfach in Cholerastuhl getauchte und dann getrocknete Papier nicht frassen, er tauchte also sein präparirtes Papier noch in Schweinfett und legte es dann den Mäusen vor. Auf diese Weise behandelt wurde es gierig gefressen.

Bei 20 Experimenten nun, welche zwischen dem 7. September und 10. October angestellt wurden, ergaben sich Resultate, welche mit den Thiersch'schen ziemlich übereinstimmen. Nur beobachtete Sanderson schon mit Cholera-dejection vom 1. und 2. Zersetzungstage Erkrankungen und Todesfälle, während bei Thiersch in der Zeit vom 1. bis 3. Zersetzungstage die Präparate sich wirkungslos gezeigt hatten.

Berechnet auf je 100 Thiere starben von Sanderson's Versuchsthiere: vom 1. Zersetzungstage 8%, vom 2. 32%, vom 3. 21%, vom 4. 57%, vom 5. 24%, vom 6. Zersetzungstage keines.

Auch Dr. Thudichum in London machte, wie Sanderson mittheilt, im Monat August 1866 eine Reihe von Versuchen an Mäusen, theils mit Cholera-inficirtem Papier, theils direct mit kleinen Mengen dem Futter beigemischter Cholera-dejection und erhielt nach beiden Methoden ähnliche Resultate wie Sanderson.



Soweit also dienten die Londoner Versuche im Allgemeinen zur Bestätigung der Beobachtungen von Thiersch.

Sanderson setzte aber seine Versuche noch vom 3. bis zum 17. November fort in 3 Versuchsreihen mit 25 Mäusen, und diese letzten Versuche ergaben ein völlig negatives Resultat; sämtliche Thiere blieben vollkommen gesund.

John Simon, der höchst verdienstvolle ärztliche Vorstand des englischen Gesundheitsamtes, welcher Sanderson's Versuche veranlasst hatte, erinnert zur Erklärung dieses auffallenden Nichterfolges der Versuche im November an Pettenkofer's Anschauungen über wechselnde örtliche und zeitliche Disposition. —

Im Jahre 1866 machte auch Dr. B. J. Stokvis<sup>1)</sup> in Amsterdam Cholera-Infektions-Versuche an Thieren, darunter einige an Feldmäusen und formulirt das Resultat seiner Versuche folgendermassen: „Die Annahme, dass frische oder in Zersetzung begriffene Cholera-Excremente eine spezifische Substanz enthalten, welche bei Thieren Cholera-Erscheinungen hervorzurufen vermag, wird durch diese Versuche nicht befestigt, ja es wird ihr viel eher auf's Bestimmteste widersprochen“.

Prof. Thiersch entgegnete auf diese Stokvis'schen Versuche in der Zeitschrift für Biologie vom Jahre 1867, indem er besonders darauf hinwies, dass Stokvis an anderen Thieren als er experimentirt habe. Denn, meint er, zwischen seinen Versuchsthiere — weissen Mäusen — seit Generationen gezücht und zu Hausthiere geworden — und den doch wohl erst frisch eingefangenen Feldmäusen, mit welchen Stokvis experimentirte, möge ein grosser Unterschied bestehen, wenn es sich darum handle, einen spezifischen Krank-

<sup>1)</sup> Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde 1866 — Infectie Proeven by Dieren met Cholera-Excrementen door Dr. B. J. Stokvis.

heitsstoff durch die Reactionsweise des Organismus nachzuweisen.

Thiersch legt also grossen Werth darauf, dass seine Versuche an denselben Thieren, an weissen Mäusen, wiederholt werden sollten.

Im Jahre 1866 wurden noch von verschiedenen Forschern an verschiedenen Orten Infektionsversuche an Thieren angestellt, doch niemals an weissen Mäusen, meist auch nach völlig von der Thiersch'schen verschiedenen Methode z. B. durch Injection der Choleraejektionen in das Blut, in das Unterhautzellgewebe etc. und diese Experimente ergaben sehr widersprechende Resultate.

Ich übergehe hier alle diese Versuche von Calderini<sup>1)</sup>, Crocq<sup>2)</sup>, Legros und Goyon<sup>3)</sup>, Guttmann und Baginsky<sup>4)</sup>, Bartholow<sup>5)</sup>, Woodman und Heckford<sup>6)</sup>, Snellen und Miller<sup>7)</sup>, Goldbaum<sup>8)</sup> und Anderen, hauptsächlich deshalb, weil sie wegen Verschiedenheit der Untersuchungsmethode einen näheren Vergleich mit den Thiersch'schen Versuchen nicht gestatten. Aus demselben Grunde übergehe ich auch die sehr interessanten Versuche, welche T. R. Lewis und D. D. Cunningham in den letz-

<sup>1)</sup> Calderini. Journ. de l'anat. et de la physiol. 1867 p. 390.

<sup>2)</sup> Crocq. de la contagion du Cholera, Bull. de l'Acad. de Med. de Belgique Nr. 9 p. 900.

<sup>3)</sup> Legros et Goyon. Rech. experim. sur le Cholera, Journ. de l'anat. et de la Physiol. Nr. 6 p. 584.

<sup>4)</sup> Guttmann und Baginsky. Versuche über Cholera an Thieren, Centralbl. für die med. Wissensch. Nr. 44.

<sup>5)</sup> Bartholow Observations upon Cholera. Cincinnati Lancet and Observer. Dechr. u. Gaz hebdomad. de Med. Nr. 52 p. 827.

<sup>6)</sup> Woodman et Heckford. London Hospital Rep. 1866. III. p. 477.

<sup>7)</sup> Snellen et Miller. Nederl. Arch. voor Geneesk. 1867. Virchow's Jahrbuch. 1867. II. p. 238.

<sup>8)</sup> Goldbaum, Arch v. f. path. Anatom. Bl. 38. p. 245.

ten 4 Jahren in Indien, der Heimath der Cholera, angestellt haben<sup>1)</sup>.

Wenn Cholerastoffe in das Unterhautzellgewebe oder in das Blut injicirt werden, oder auch wenn sie in grosser Menge in den Darm gelangen, so ist die Unterscheidung zwischen putrider Infection und choleraerwandten Erscheinungen unendlich schwierig, ja wohl nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse unmöglich.

Popoff<sup>2)</sup>, der diese Frage eingehend auf Grund von Versuchen, die er im Laboratorium der Klinik von Prof. Botkin in St. Petersburg im Sommer 1871 anstellte, meint, aus den Symptomen während des Lebens sei es schwer, die Diagnose zwischen Cholera und putrider Vergiftung zu stellen, doch könne die Section Aufklärung geben.

Als besonders charakteristisch für Cholera nimmt er hauptsächlich Veränderungen des lymphatischen Drüsenapparates des Darmcanals an, „besonders stark ausgesprochene Hyperplasie der zelligen Elemente der Darmfollikel und starke Infiltration der Zotten und der Adenoidschichte der Schleimhaut mit Lymphkörperchen“.

Ob das eine unbestrittene Grenzmark zwischen Cholera und putrider Infection abgeben kann? Ich meinstheils halte es für wenig wahrscheinlich, dass man auf dieser Grundlage zu einer allgemeinen Verständigung gelangen wird.

Die pathologische Anatomie der putriden Vergiftung weist wie das unter Anderen Herr Collega Hemmer<sup>3)</sup> in seinen interessanten Studien über die Wirkung faulender Stoffe gezeigt hat, bedeutende Zellenproliferation in den Peyer'schen

<sup>1)</sup> Eighth annual report of the San. Comm. with the Government of India u. Centralblatt 1873. S. 329.

<sup>2)</sup> Berl. klin. Wochenschrift 1872. S. 393.

<sup>3)</sup> Hemmer. Experiment. Studien über die Wirkung faulender Stoffe. München bei Franz 1866.

Plaques und in den meserischen Drüsen auf, ebenso Infiltration der Zotten.

Ehe ich nun zur Beschreibung meiner eigenen Versuche übergehe, habe ich noch einige Worte zu sagen über die aus dem letzten Sommer (Juli 1873) stammenden Versuche von Dr. Andreas Högyes<sup>1)</sup>, Assistent am pharmakologischen Institut in Pest.

Högyes stellte sich eine Reihe von Fragen über Cholera-Infection, welche er experimentell zu beantworten suchte.

Uns interessiren zunächst hier nur jene Versuche, bei welchen er seinen Versuchsthiere Choleraentleerungen in den Magen brachte.

Seine Versuchsthiere waren Hunde und er veröffentlicht 6 solcher Versuche.

Je 2 Versuche wurden mit frischem Choleraerdmuth, je 2 mit Choleraerdmuth und die 2 letzten mit Choleraerdmuthem angestellt. Die Hunde erhielten immer 50 CC. dieser Flüssigkeiten mittels Catheters in den Magen.

Nun aber kommt eine Eigenthümlichkeit des Versuchs. Da man oft beobachtet hat, dass während Cholera-Epidemien Individuen mit krankem Darmtracte häufiger erkranken als Gesunde, so kam Högyes auf den Gedanken, bei jedem Doppelversuch immer ein an Darmkatarrh leidendes und ein gesundes Versuchsthier mit einander zu vergleichen.

Er erzeugte also bei dreien seiner 6 Hunde vor Beginn des Versuchs künstlichen Magen- und Darmkatarrh.

Er bewerkstelligte das sehr einfach, indem er den Hund zuerst mit 0,3 Grm. schwefelsaurem Kupfer zum Erbrechen und dann durch subcutane Injection von 4—6 Tropfen Crotonöl zum Abführen brachte! Wenn dann Erbrechen und Ab-

<sup>1)</sup> Centralblatt für die med. Wiss. 1873. Nr. 50 u. 51 u. Allgem. Zeitschrift für Epidemiologie 1874. S. 98.

weichen nachliessen, wurden die Choleraejektionen in den Magen gegeben.

Nun, von den 3 vor dem Versuche gesunden Versuchsthiere verendete keines und von denen mit künstlichem Darmkatarrh 1 Hund, der ausser seinem schwefelsauren Kupfer und Crotonöl 50 CC. Cholera-darmkoth erhalten hatte.

Ich muss es aber dem Belieben der Anwesenden überlassen, ob Sie in diesem Fall die Todesursache mehr in Cholera-infection oder etwa mehr im Crotonöl, suchen wollen.

Högyes meint zwar, er habe ja das schwefelsaure Kupfer und das Crotonöl „in solch minimaler Dosis (!) dargereicht, dass nicht anzunehmen ist, dass sie bei dem eingetretenen Tode eine unmittelbare Rolle spielten“.

Ich aber bin der Ansicht, dass mit derartigen Versuchen nichts bewiesen werden kann. Denn wenn schon die Diagnose zwischen putrider Vergiftung und Cholera beim Thier ihre fast unübersteiglichen Schwierigkeiten hat, so finde ich es in der That etwas zu kühn, das Dunkel durch Zuthat von schwefelsaurem Kupfer und Crotonöl aufhellen zu wollen.

Hrn. Dr. Högyes selbst scheint übrigens durch seine Versuche kein grosses Licht aufgegangen zu sein, denn er sagt am Schluss des experimentellen Theiles seiner Arbeit<sup>1)</sup>: „Nachdem ich durch diese Experimente von verschiedenen Seiten der Frage über die Wirkung der Choleraentleerungen näher zu kommen bestrebt war, muss ich gestehen, dass mir dieselbe nicht weniger verworren erscheint, als vor Beginn der Experimente“.

Ich wende mich nun endlich zu meinen eigenen, wenigen Versuchen:

Da Thiersch Gewicht darauf legt, dass seine Versuche an weissen Mäusen angestellt wurden, hatte ich mir zunächst dieselben Versuchsthiere zu verschaffen.

<sup>1)</sup> A. a. O. S. 124.

Die Sache war aber nicht so einfach, als man denken sollte. Ich annoncirt schon im August in öffentlichen Blättern nun weisse Mäuse und erst Mitte September war ich im Besitze von 10 Stück. Mehr zu bekommen war mir nicht möglich gewesen, obgleich ich mich auch an einige auswärtige Orte gewandt hatte.

Am 20. September endlich, als die Sommer-Epidemie sich schon stark ihrem Ende zuneigte, konnte ich mit den Versuchen beginnen.

Hr. v. Pettenkofer hatte die Güte, mir den Maschinenraum seines Respirationsapparates zu den Versuchen einzuräumen und sein Assistent, Hr. Dr. Wolfhügel, war mir dabei mit grösster Zuverlässigkeit behilflich.

Aus dem Krankenhause verschaffte ich mir einen charakteristischen, flockigen Reisswasserstuhl, von einer Patientin herrührend, die einen heftigen Choleraanfall hatte, welcher übrigens nicht lethal endigte. Ich hätte lieber Stuhl von einem tödtlichen Anfall gehabt, damals war aber kein solcher zu bekommen.

Meine Mäuse waren von ihrem früheren Besitzer mit Milch und Semmel ernährt worden. Dieselbe Ernährung setzte auch ich fort und hielt es für das Beste, wenn ich, um alle Fehlerquellen auszuschliessen, während des Versuches nicht das Geringste an der gewohnten Lebensweise der Thiere änderte.

Thiersch hatte sich die Aufgabe gestellt, sehr geringe Mengen der nicht flüchtigen Zersetzungsprodukte des Darminhaltes in die Nahrungswege seiner Thiere zu bringen und die Folgen hiervon zu beobachten, und hatte sich zu diesem Zwecke seine Papierstreifen gefertigt. Offenbar war derselbe Zweck noch einfacher zu erreichen, wenn ohne Zuthat von Papier den Thieren einfach geringe Mengen Cholerastuhl verschiedener Zersetzungstage in ihre Milch gemischt wurden.

Versuch I.

Die Mäuse wurden zu je 2 in 5 bequeme, die Beob-

achtung gut ermöglichende Käfige gebracht und erhielten dort ihre gewohnte Nahrung aus Semmel und Milch. In jeden Käfig kam ein Schälchen, in welches täglich, nachdem es sorgfältig gereinigt worden war, 50 CC. Milch gegeben wurde.

Am 20. September wurde in das Schälchen des Käfigs Nr. I. 5 CC. des erwähnten einen Tag alten Reiswasserstuhls zur Milch gegeben.

Der Reiswasserstuhl selbst wurde in einer verkorkten Flasche, in welcher sich auch etwas Luft befand, aufbewahrt, und da sich der Stuhl bei ruhigem Stehen in zwei deutlich geschiedene Schichten trennte, so schüttelte ich die Flasche stets, ehe ich etwas daraus entnahm.

Am folgenden Tage, am 21. September, erhielt Käfig Nr. II zu seiner Milch 5 CC. Reiswasserstuhl, während die Thiere in Käfig I sowohl als in den übrigen 3 Käfigen Milch und Semmel ohne Zusatz erhielten. Am 22. September kam Käfig III an die Reihe, und erhielten nun dessen Thiere die 5 CC. Reiswasserstuhl zur Milch und so am 23. Käfig IV und am 24. Käfig V.

Die Thiere erhielten also je einen Tag lang Milch, welche mit geringen Mengen Cholerastuhl von je Einem Zersetzungstage versetzt war, während sie an allen übrigen Tagen ganz die gleiche Nahrung ohne Cholerastuhl erhielten.

Als die ersten 5 Versuchstage ohne jegliche Erkrankung der Thiere vorüber waren, begann ich die Reihe noch einmal und erhielten nun die Thiere in Käfig I nochmals Cholerastuhl, jetzt vom 6. Zersetzungstage, zur Milch, am folgenden Tag Käfig II vom 7. Zersetzungstage und so fort bis sämtliche Käfige zum zweitenmal Cholerastuhl in ihrer Milch erhalten hatten.

Sämmtliche Thiere befanden sich nach diesen 10 Tagen vollkommen wohl, wie bei Beginn des Versuches. Den

#### II. Versuch

machte ich nach längerer Pause im Glashause des Reisin-

gerianums vom 21. November bis 5. December, nachdem die Winter-Epidemie uns wieder reichliches Material an Cholera-dejectionen verschafft hatte.

Die Mäuse waren seit dem I. Versuche in einem grossen bequemen Käfig gehalten worden, in welchem sie gewöhnlich in einer Art Nest, das sie sich unter einem kleinen Holzgestell eingerichtet hatten, alle dicht beisammen lagen, und hatten sich durch 9 niedliche Junge vermehrt.

Es schien mir für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Thiere nicht gleichgültig, ob ich sie in dieser ihrer gewohnten Bequemlichkeit lassen würde oder nicht.

Da mir aber Alles daran lag, jede andere Schädlichkeit möglichst sorgfältig auszuschliessen und ich zunächst nur im Allgemeinen eine Antwort auf die Frage haben wollte, ob überhaupt kleine Mengen Cholerastuhl bei weissen Mäusen choleraähnliche Erscheinungen hervorbringen, so liess ich die ganze Mausgesellschaft beisammen und gab ihnen täglich in 100 CC. Milch 10 CC. Cholerastuhl, während sonst Futter und Lebensweise sich in Nichts von der bisherigen Gewohnheit unterschieden.

In den jungen Thieren meinte ich jetzt ein ganz besonders feines Reagens auf den hypothetischen Cholerakeim zu besitzen.

Der Reiswasserstuhl rührte diessmal von einem Gefangenen aus dem Gefängnis an der Badstrasse, Benno Fest, her, der am 19. November in das allgemeine Krankenhaus aufgenommen worden war und unter dem Bild der ausgeprägten asphyctischen Cholera am 22. starb. Der Reiswasserstuhl, welcher zum Experiment diente, stammte vom Morgen des 21. November und wurde wieder, wie beim I. Versuche, in einer verkorkten Flasche mit ziemlich viel Luft aufbewahrt.

Jeden Morgen wurden von diesem Stuhl 10 CC. den 100 CC. Milch zugesetzt.

Während bei dem ersten Versuche die Thiere ihr Quan-

tum Milch bei weitem nicht ganz aufgezehrt hatten, wurden die 100 CC. jetzt täglich rein aufgezehrt.

Der Versuch wurde bis zum 5. December fortgesetzt, ohne die geringste Erkrankung eines der Thiere.

Die 9 jungen Mäuschen sowohl als die 10 alten befanden sich vorzüglich.

Ich sprach nun mit Hrn. v. Pettenkofer über meine bisherigen negativen Resultate und Hr. v. P. meinte, da weder im physiologischen Institut, noch in dem Reisingerianum Cholerafälle vorgekommen seien, so erschiene es ihm wichtig, dass ich den Versuch in einem Choleraherde wiederholte; vielleicht würde dort das Resultat ein anderes sein.

Zufällig herrschte gerade zu dieser Zeit im Krankenhaus Haidhausen eine Hausepidemie, während auch aus den Vorstädten eine ziemliche Anzahl Choleraerkrankter dort täglich Aufnahme fand.

Hr. Collega Dr. Zaubzer und sein Assistenzarzt Hr. Dr. Dietsch kamen meinen Wünschen mit grösster Bereitwilligkeit entgegen, und so wurde es mir ermöglicht, einen

### III. Versuch

schon am 6. Januar im Krankenhaus zu Haidhausen zu beginnen.

Zuerst befand sich mein Käfig in einem Corridor des Erdgeschosses, in dessen Sälen mehrere Hospital-Infektionen vorgekommen waren, dann in der Leichenkammer des Hospitals.

Die Mäuse blieben wieder beisammen im Käfig bei ihrem gewohnten Futter und erhielten wieder zu 100 CC. Milch täglich 10 CC. Reisswasserstahl. Hatten sie dieses Quantum Milch verzehrt, so wurde ihnen auch hier und da noch etwas reine Milch nachgegossen.

In diesem Falle rührte der Stuhl von einer 30jährigen Köchin her, Anna Lockart, welche am 5. December Morgens 6 Uhr, nachdem sie sich 4 Stunden vorher noch ganz wohl-

gefühlt hatte, im asphyctischen Stadium in das Krankenhaus aufgenommen worden war. Sie starb um 2 Uhr Nachmittags am selben Tage.

Bei der Entfernung des Haidhausener Hospitalen von der Stadt war es mir nicht möglich, die Fütterung meiner Thiere regelmässig jeden Morgen selbst zu besorgen und Hr. Dr. Dietsch verpflichtete mich zu grossem Danke, indem er diess Geschäft in gewissenhafter Weise für mich besorgte.

Die verkorkte Flasche, in welcher wir den Cholerastuhl aufbewahrten, legten wir zu den Mäusen in den Käfig, und Hr. Collega Dietsch amüsirte sich oft zu sehen, wie die Mäuse gierig, als wäre es eine Delicatesse, an der Flasche leckten, wenn etwa beim Herausgiessen einige Tropfen am Hals der Flasche heruntergelaufen waren.

Dieser Versuch in Haidhausen währte vom 6. bis 20. December.

Während seiner Dauer waren 13 Choleraleichen in dem Zimmer, in welchem die Mäuse sich befanden, kürzere oder längere Zeit aufbewahrt worden und im Hause waren noch mehrere zur Hausepidemie zählende Fälle vorgekommen.

Aber auch bei diesem III. Versuche blieben sämtliche Thiere vollkommen gesund, und ich ordnete an, dass der Käfig am 20. wieder in die Stadt zurückgebracht werden sollte.

Zu meinem Erstaunen erhielt ich aber mit dem Käfig und 18 lebenden, auch 1 todtte alte männliche Maus.

Hr. Collega Zaubzer sagte mir, die Maus sei plötzlich am Morgen todt im Käfig gefunden worden, er glaube aber nicht, dass ihr Tod mit der Cholera in irgend welcher Verbindung stehe, denn an ihrem After klebe noch ein festes Kothbällchen.

Ich machte nun rite die Section und fand im After eine feste Fäcalmasse, die Harnblase sehr stark gefüllt, alle Gewebe auf dem Durchschnitt feucht, und die linke Lunge in ihrer

ganzen Ausdehnung vollständig hepatisirt, im Wasser untersinkend. Die Maus war also an einer regelrechten Pneumonie gestorben.

Da gerade am selben Tage Abends eine Sitzung des Medicinalcomités stattfand, so benützte ich die Gelegenheit, den Befund meinen Herren Collegen im Medicinalcomité, den Herren: v. Bischoff, v. Hecker, v. Lindwurm und v. Nussbaum zu zeigen, welche sich sämtlich von der Pneumonie als Todesursache überzeugten.

Vom 20. December bis zum 19. Febr. d. Js. wurden die Mäuse bei ihrem gewöhnlichen Futter (Semmel und Milch) im gemeinsamen Käfig im Reisingerianum gehalten.

Sämtliche 18 Mäuse befanden sich wohl; die Jungen waren jetzt schon so herangewachsen, dass sie kaum von den Alten zu unterscheiden waren.

Nachdem meine Versuche vollkommen negativ ausgefallen waren, hielt ich es für nöthig, noch einen Controlversuch nach Thiersch'scher Methode mit Papierstreifen anzustellen.

Es schien mir aber von Werth, die Papierstreifen zunächst im indifferenten Zustand, das heisst ohne Choleraejection, anzuwenden. Ich tränkte also Filtrirpapier mit einer Lösung von Hühnerweiss, trocknete es und warf den Mäusen ein Stück davon vor. Sie beschnupperten es, trugen es in ihr Nest, frassen es aber nicht.

Ich tränkte nun Papier, wie es Sanderson gemacht hatte, mit Fett, und warf davon etwas in den Käfig. Diess wurde gefressen. Ich beschloss nun, eine Zeit lang täglich ein 6 Quadratzoll grosses Stück dieses Papiers meinen 18 Mäusen vorzuwerfen und die Folgen zu beobachten. Dieser

#### Versuch IV

begann am 19. Februar.

Am 22. Februar früh lagen 2 von den jungen Mäusen todt im Käfig.

Ihr Darminhalt war breiig, die Lungen normal.

Am 13. März war wieder eine Maus verendet; eine andere, die schon einige Tage vorher struppig ausgesehen hatte, verendete am 14. März.

Bei der einen dieser letzten beiden Mäuse war der Darmcanal mit graulichem breiigem Darmkoth angefüllt, die Harnblase fast leer, die Lungen gesund. Bei der anderen hatte der Darm nur sehr wenig Inhalt, die Harnblase war etwa halb gefüllt, die Lungen normal.

Eine nähere Todesursache aufzufinden, war mir nicht möglich. Am 15. März wurde der Versuch geschlossen.<sup>1)</sup>

Diess, m. H., sind die wenigen Versuche, die ich angestellt habe.

Das Resultat derselben fasse ich in 2 Sätze zusammen:

I. Es ist mir nicht gelungen zu beobachten, dass bei der Zersetzung von Darmkoth Choleraerkrankter ein spezifischer Stoff gebildet wird, welcher auf weisse Mäuse eine krankmachende Wirkung äussert.

II. Filtrirpapier, wenn es von weissen Mäusen gefressen wird, scheint auf deren Gesundheit eine entschieden schädliche Wirkung hervorzubringen.

<sup>1)</sup> Vom 15. März bis heute, da diese Zeilen in Druck gehen (13. April), befanden sich sämtliche Mäuse wieder vollkommen wohl.

Während im Allgemeinen der motorische Einfluss des *n. vagus* auf den Magen durch wissenschaftliche Beobachtungen festgestellt ist, lässt sich dasselbe von seiner Einwirkung auf den Darm nicht sagen. In dieser Beziehung stehen vielmehr zum Theil die Angaben mit einander im Widerspruch, zum Theil bedürfen dieselben noch der Bestätigung und Ergänzung. Der beste Beweis für letztere Behauptung liegt darin, dass Brücke<sup>1)</sup> in seinen jüngst erschienenen Vorlesungen über Physiologie wohl die motorischen Wirkungen des *n. vagus* auf Speiseröhre und Magen, auf Kehlkopf, Lungen und Herz auseinandersetzt, aber seine Beziehungen zum Darm nicht erwähnt. Deshalb erscheint es nicht ganz werthlos, die bisher gemachten Beobachtungen zusammenzustellen und ihre Ergebnisse von Neuem zu prüfen.

Die Anregung zu dieser Arbeit, besonders zu den Versuchen an der Schleife, erhielt ich durch Herrn Professor J. Ranke, wofür ich demselben an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche. Die Verantwortlichkeit für meine Angaben fällt aber ganz auf mich, da ich die Arbeit selbständig ausführte.

#### Method e.

Zur Reizung der Nerven wurden stets die möglichst schwachen Ströme eines Dubois-Reymond'schen Schlitten-Apparates in Verbindung mit einem Daniell'schen Elemente benutzt. Oeffnung und Schliessung des Stromes wurden durch Dubois-Reymond's Schlüssel zum Tetanisiren erzielt. Als Electroden dienten feine Platinadrähte, an der Spitze

1) Brücke, Vorlesungen über Physiologie, II. Wien 1873.

hükchenförmig umgebogen, welche durch dünne Kautschukschläuche isolirt mit einander verbunden waren. Die Beobachtung der Darmbewegungen geschah bei Säugethieren und Vögeln nach dem Vorschlage von E. Weber<sup>2)</sup> durch die völlig durchsichtigen Wände des Peritonaeum. Die Gedärme wurden unter dieser Membran wie offen daliegend beobachtet und blieben so wenigstens vor der reizenden und austrocknenden Einwirkung der Luft geschützt. In diesem Punkte bin ich von der neuesten, warm empfohlenen Methode des Dr. Sanders<sup>3)</sup> abgewichen. Derselbe operirt und beobachtet die Thiere unter einer Kochsalzlösung von 0,6% und bei einer Temperatur von 38° C. Aeusere Verhältnisse haben mich zum Theil von Anwendung dieser Methode abgehalten, zum Theil auch die Ansicht, dass dieselbe nicht frei von Fehlerquellen ist. Es ist kaum anzunehmen, dass sich die Gedärme in der Kochsalzlösung ebenso verhalten, wie in ihrer normalen Umgebung innerhalb des Bauchfelles. Besonders scheint es zweifelhaft, ob durch Verdampfen der Lösung auf den eine Zeitlang (z. B. behufs Durchschneidung oder Reizung der n. splanchnici) der Luft ausgesetzten Darmtheilen nicht noch mehr abnorme Verhältnisse herbeigeführt werden, als wenn die Gedärme kurz ihrer normalen Umgebung entrissen sind. Unbequem ist es auch, dass die Flüssigkeit schon durch eine geringe Blutung bis zur Undurchsichtigkeit getrübt wird. Die Beobachtung durch das Bauchfell ist einfacher; der Nachtheil, dass hierbei durch grosse Wärme-Abgabe abnorme Verhältnisse herbeigeführt werden, hat keine grosse Bedeutung, da die Versuche nicht lange dauern müssen. Uebrigens kann auch diesem Uebelstand durch wiederholtes Bedecken des Leibes mit gewürzten Tüchern zum grossen Theil abgeholfen werden. Die Prä-

2) E. Weber, Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, III. 2. Abth. Artikel: Muskelbewegung.

3) Sanders, Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1871. S. 479.

paration des Bauchfellsackes ist nicht schwierig, wenn nur mit etwas Geduld dabei verfahren wird. Bleibt ein Theil der queren Bauchmuskelponeurose darauf liegen, so erfolgt dadurch keine sehr grosse Störung. Zur Präparation der n. splanchnici in der Bauchhöhle wird der Bauchfellsack oben eröffnet; der Darm bleibt noch von ihm bedeckt, und wenn Theile des Magens und Duodenum einige Augenblicke blossliegen, so hat das keinen grossen Nachtheil. Da das Zwerchfell dabei nicht verletzt wird, geht die Respiration ungestört weiter.

Bei den kaltblütigen Wirbelthieren wurde die Bauchhöhle stets an der Luft eröffnet; jedoch wurden die Gedärme während der Dauer eines Versuches wiederholt vorsichtig mit den Bauchwänden bedeckt, um sie nicht fortwährend der Luft auszusetzen. Durch letztere Manipulation bleiben sogar die Darmschlingen der Warmblüter lange erregbar und vor Trockenheit bewahrt.

#### Versuche an Säugethieren.

Es ist hier zunächst auf zahlreiche Beobachtungen, die sich in der Literatur erwähnt finden, Rücksicht zu nehmen. Bei den Untersuchungen über die peristaltische Bewegung des Darmes wurde auch vielfach der Einfluss des n. vagus auf dieselbe berücksichtigt. Diese Versuche sind fast sämmtlich an Kaninchen, wenige nur an Hunden und Katzen ausgeführt.

Eduard Weber<sup>2)</sup> erwähnt schon in seinem ausgezeichneten Artikel über Muskelbewegung, dass er am Hunde wiederholt gesehen habe, wie der Magen und die dünnen Gedärme durch Vagus-Reizung zu sehr starken Bewegungen angeregt wurden. Der Versuch wurde an einem durch einen Schlag auf den Kopf betäubten Hunde, dem sodann, um die Besinnung nicht zurückkehren zu lassen, die Brusthöhle auf beiden Seiten eröffnet worden war, angestellt. Beide



n. vagi wurden am Halse dadurch, dass ein Drahtstück mit seinen Enden unter beiden weggeschoben war, gleichzeitig gereizt. Nach Entfernung des Brustbeines und der Bauchdecken wurde der Einfluss auf Herz und Darm gleichzeitig beobachtet.

Budge<sup>4)</sup> hat mitgeteilt, dass durch Reizung der n. vagi Bewegung der Gedärme veranlasst werden kann. Auch durch Reizung der medulla oblongata hat derselbe vermehrte Bewegung des Magens und Darmes beobachtet. Er sagt darüber in seinem Lehrbuche S. 785 wörtlich: „Sehr schön gelingt es namentlich, das grosse Coecum des Kaninchens in dieser Weise zu starker Contraction zu veranlassen. Nachdem ich in zwei Versuchen die n. vagi durchschnitten hatte, war von dem verlängerten Marke aus kein Erfolg mehr zu erzielen.“

Kupffer und Ludwig<sup>5)</sup> experimentirten an erstickten Katzen, deren Bauchorgane gegen Abkühlung möglichst geschützt wurden, und beobachteten deutlich den motorischen Erfolg der Vagus-Reizung auf den Darm. Bei frischen Thieren vermissten sie jedoch öfters den bewegenden Einfluss der Reizung.

Auch Remak<sup>6)</sup>, Stilling<sup>7)</sup> und Wolf<sup>8)</sup> constatiren Contractionen des Dünn- und Dickdarms in Folge von Reizung des Vagus.

Aus den Versuchen von Pflüger<sup>9)</sup> über Vagus-Reizung

4) J. Budge, Lehrbuch der speciellen Physiologie des Menschen. Leipzig 1862, S. 216.

5) Kupffer und Ludwig, die Beziehungen der n. vagi und splanchnici zur Darmbewegung. Sitz.-Ber. d. k. k. Acad. d. Wiss. Wien. XXV, S. 590.

6) Remak, Müll. Archiv 1858, S. 122.

7) Stilling, Hæser's Archiv IV, S. 445.

8) Wolf, de funct. n. vagi. Berol. 1856.

9) Ed. Pflüger, Ueber das Hemmungs-Nervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme. Berlin 1857.

an lebenden Thieren ergeben sich wechselnde Resultate. Es erfolgte dabei bald langsamere, bald unveränderte, bald lebhaftere Peristaltik. Auch durch Erregung beider n. vagi wurde kein anderes Resultat erzielt. Aber „in einigen Fällen trat eine Vermehrung der peristaltischen Bewegung so intensiv und rasch ein, dass zweifelsohne dieselbe durch das Experiment herbeigeführt war.“

Otto Nasse<sup>10)</sup> hebt in seiner Arbeit über die Darmbewegung ausdrücklich hervor: „Tetanisiren der Vagi am Halse, sowie in der Brusthöhle hat bei Kaninchen stets starke Contractionen des Oesophagus, Magens, des Dünn- und Dickdarms, in hohem Grade des Coecum, ferner des Colon ascendens und transversum zur Folge. Am Colon descendens und Rectum ist nie eine Bewegung zu beobachten.“ Wie Budge hat auch Nasse am Kaninchen vom Gehirn aus Bewegungen des Magens und Darmkanals entstehen sehen, wenn die Ursprünge des n. vagus von hinreichend kräftigen Stromschleifen getroffen wurden.

Mayer und Basch<sup>11)</sup> haben bei ihren Untersuchungen auch den Erfolg der Reizung der Halsvagi beobachtet. Ihre Resultate waren indess sehr wechselnd. Sie fanden, dass die Bewegung der Gedärme nach Reiz der n. vagi an frischen Kaninchen oft ausblieb, und dass sie immer nach einer deutlichen Pause und nur dann eintrat, wenn venöses Blut in den Darmgefäßen strömte. Bei Thieren in der Agonie und kurz nach dem Tode bewirkten sie zuweilen ausserordentliche Darmbewegungen. Im Widerspruch hiezu steht ihre Beobachtung, dass Reizung der beiden Vagi am Halse in Bewegung befindliche Darmschlingen zur Ruhe brachte.

10) O. Nasse, Beiträge zur Physiologie der Darmbewegung. Leipzig 1866, S. 21.

11) Mayer und Basch, Untersuchungen über Darmbewegungen. Pflüger's Archiv 1869 II, S. 396.

Der Vollständigkeit halber, erwähne ich auch die Versuche von Legros et Onimus.<sup>12)</sup> Diese gebrauchten eine Sonde mit einem Kautschukball, welcher durch eine Fistel in den Darmkanal eingeführt, und von dem aus der Druck auf ein Manometer übertragen wurde. Ihre Resultate nach Vagus-Reizung sind auffallend. Auf Reiz am centralen Ende des durchschnittenen Halsvagus sistirte die Darmbewegung und verminderte sich die Spannung im Darm. Reizung des peripheren Vagusstumpfes fanden sie völlig unwirksam.

Nach seiner oben erwähnten Methode machte auch Sanders einige Versuche über Vagus-Reizung. Er fand, dass die heftigen Darmbewegungen an erstickenden Thieren nach vorheriger Vagus-Durchschneidung am Halse ausbleiben. Die Reizung der peripheren Hals-Vagi fand er erfolgreich. Er beobachtete durch Reizung des rechten n. vagus Bewegung des Duodenum, nach Reizung des linken n. vagus Bewegung des Ileum.

Neuerdings hat auch Dr. van Braam Houckgeest<sup>13)</sup> Versuche nach der Sanders'schen Methode angestellt und die von Sanders gemachten Angaben zum Theil berichtigt. Er fand nach Vagus Reiz am lebenden Thiere nur inconstante Bewegung: „bald wurde bei Reizung des rechten oder des linken n. vagus energische Bewegung des mittleren und des Pylorustheiles des Magens beobachtet, gefolgt von peristaltischen Bewegungen des Duodenum, eines kleineren oder grösseren Abschnittes des Jejunum und des Ileum; bald blieb der ganze Verdauungstractus in Ruhe verharren, bald sah ich nur unregelmässige Pendelbewegung in den meist verschiedenen Dünndarmschlingen, bisweilen gefolgt von einer mehr oder weniger weitlaufenden peristaltischen

12) Legros et Onimus, Recherches expérimentales sur les mouvements de l'intestin. Journ. de l'anat. et de la phys. VI. 37—66.  
13) van Braam Houckgeest, Untersuchungen über Peristaltik des Magens und Darmkanals. Pflüger's Archiv 1872 VI. S. 266—302.

Bewegung der circulären Muskelfaserschicht, bisweilen nicht. Der Umstand aber in diesem Labyrinth von Thatsachen, dass Bewegung des Magens, gefolgt von Itollbewegung, in einigen Fällen ganz gewiss eine directe Folge der Reizung sei<sup>14)</sup>, veranlasste ihn, dieselben Versuche nach Durchschneidung der n. splanchnici zu wiederholen. Nun beobachtete Houckgeest in sieben Fällen constant, dass auf Vagus-Reiz Einschnürungen am Magen und sodann eine wahre peristaltische Bewegung durch den ganzen Dünndarm hindurch erfolgten. Ob der linke oder rechte n. vagus gereizt wurde, war dabei gleichgültig.

Wir sind hiemit auf einen besonderen Punkt, auf das Verhältniss des n. vagus zu dem n. splanchnicus gekommen. Andere hieher gehörige Versuche, wurden schon von Kupffer und Ludwig<sup>5)</sup> angestellt. Diese haben bei gleichzeitiger und gleich starker Reizung der n. vagi und n. splanchnici beobachtet, dass die Darmbewegung ausblieb, welche durch Reizung der n. vagi allein vorher entstanden war. Sie konnten bei Anwendung von mittelstarken Strömen gar keine Wirkung dieser Reizung constatiren. Nasse<sup>6)</sup> fand bei Anstellung derselben Versuche an lebenden Kaninchen constant völlige Ruhe des Dünndarms eintreten, während die vom n. vagus eingeleiteten Bewegungen des Magens fort-dauerten. Er vermuthet, dass Kupffer und Ludwig einen schon absterbenden n. splanchnicus benutzten und zufällig beim Stadium des Absterbens trafen, in welchem sich der Einfluss des n. vagus und des n. splanchnicus die Wage halten konnten. Houckgeest<sup>14)</sup> hat in soferne ähnliche Beobachtungen gemacht, als er nach Vagus-Reiz Bewegung fand, die nach Splanchnicus-Reiz völlig aufhörte.

Meine eigenen Versuche wurden an Kaninchen angestellt.

Am lebenden Kaninchen sind die spontanen Bewegungen

14) van Braam Houckgeest, Zweite Mittheilung über Magen- und Darmperistaltik. Pflüger's Archiv VIII, 163.

der Gedärme bei deren Beobachtung durch das Bauchfell sehr schwach, durch Vagus-Reiz am Halse treten nach einer deutlichen Zeitpause Erscheinungen auf, wie sie Houckgeest beschrieben hat. Bald sind die Bewegungen deutlich, bald sind sie jedoch so gering, dass kein eigentlicher Erfolg der Nervenreizung constatirt werden kann. Wenn nun an denselben Thieren beide n. splanchnici (mit einer deutlichen Schmerzensäusserung des Thieres) durchschnitten werden, erfolgen auf denselben Nervenreiz wie zuvor nach einer auffallend kürzeren Pause deutlichere und kräftigere Bewegungen; der Magen hebt sich stark und drückt durch eine peristaltische Einschnürung seinen Inhalt zum Theil in das Duodenum. Wenige Sekunden nachher sind auch die Dünndarmschlingen und das Coecum in lebhafter Bewegung. Ein Fortschreiten der peristaltischen Bewegung vom Magen durch den ganzen Darmtractus hindurch, in dem Sinne, dass sich vor ihrem Ankommen die unteren Darmtheile in völliger Ruhe befinden hätten, war nicht zu beobachten. Auf Splanchnicus-Reiz folgt Beruhigung, durch Vagus-Reiz neue Bewegung.

Die Angabe, dass nach Durchschneidung beider n. vagi am Halse die heftige Darmbewegung ausbleibt, welche bei erstickenden Thieren wenige Augenblicke nach dem Aufhören der allgemeinen clonischen Krämpfe einzutreten pflegt, kann ich bestätigen.

An toden Thieren habe ich durch Vagus-Reizung die stärksten Bewegungen des ganzen Darms gesehen; der Magen bewegte sich stärker als sonst je, das Coecum zeigte mächtige Wellenbewegung und Einschnürungen, das Duodenum und der Dünndarm geriethen in grosse Unruhe. Dieses Resultat konnte ich an demselben Thiere durch immer neue Reizung des rechten oder linken n. vagus wiederholt erhalten. Nach Durchschneidung des Nerven war nur die Reizung des peripheren Stückes erfolgreich; Reizung des centralen Stammes

hatte keine Wirkung. Hörte der Reiz auf, so beruhigte sich zuerst das Coecum, während sich Duodenum und Dünndarm noch eine Zeit lang fortbewegten.

Als schliesslich mehrmals der Bauchfellsack aufgeschlitzt wurde, konnten durch Vagus-Reiz wiederholt auch ganz deutliche Bewegung und Einschnürungen am Rectum constatirt werden.

In allen Versuchen war der n. vagus und der Darm noch ca. 10—15 Min. post mortem gut erregbar; der letztere blieb es auch dann, wenn der Bauchfellsack geöffnet war und nur von Zeit zu Zeit wieder über die Gedärme gelegt wurde.

Meine Versuche an Kaninchen bieten somit nichts Neues. Die Mittheilungen verschiedener Autoren werden durch sie bestätigt.

Fassen wir die Angaben zusammen, so stimmen zunächst fast alle Beobachter darin überein, dass Vagus-Reiz an toden Thieren constant kräftige Darmbewegungen veranlasst. Der Versuch ist so einfach und so überzeugend, dass es auffallend erscheint, wenn er nicht als beweiskräftig gelten soll. Gerade dieser Versuch scheint mir einer der reinsten. Denn wenn es bei allen Experimenten darauf ankommt, einen einzigen Vorgang möglichst isolirt und möglichst unbeeinträchtigt durch andere Einflüsse zu untersuchen, so kann das in unserm Falle nicht besser geschehen, als an einem Thiere, dessen Nerven und Gedärme unverändert und wie im Leben völlig erregbar sind, dessen spontane Darmbewegungen aber aufgehört haben. Diese Bedingungen sind in der That an einem frisch getödteten Thiere erfüllt, dessen Darm zur Ruhe gekommen ist.

Die Schwierigkeit liegt für uns hauptsächlich darin, dass die Versuchsergebnisse an toden und lebenden Thieren nicht übereinstimmen. Aus den obigen Angaben geht hervor, dass in Folge von Vagus-Reizung an lebenden Thieren nur ein

geringer und inconstanter Erfolg beobachtet wird. Es ist zu untersuchen, worin der Grund dieser Verschiedenheit liegt. Eine kurze Darstellung der anderen Momente, welche auf die Darmbewegung von Einfluss sein sollen, wird vielleicht einiges Licht auf die Frage werfen.

Es sollen Darmbewegungen erfolgen durch Reizung der n. splanchnici, durch Reizung des Ganglion coeliacum sowie des Gangl. thoracicum primum, durch Reizung von Kleinhirn und Rückenmark, durch Unterbindung der Mesenterial-Nerven, durch Hyperämie, Anämie oder jede Circulations-Aenderung in den Darmgefässen, durch die Venosität des Blutes.

Andererseits sollen die Darmbewegungen gehemmt werden durch Vagus-Reiz, durch Splanchnicus-Reiz am lebenden Thiere (Pflüger<sup>9</sup>) und durch Anämie.

Andere Angaben, welche diesen widersprechen, sollen hier gar nicht erwähnt werden. Es geht aus dieser kurzen Zusammenstellung hervor, dass die Bewegungen der Gedärme während des Lebens unter sehr mannichfaltigen Einflüssen stehen. Hierdurch wird der Werth von Versuchen an lebenden Thieren wesentlich beeinträchtigt. Es erscheint überflüssig, darauf hinzuweisen, dass am lebenden Thiere, bei dem spontanen Bewegungen des Darmkanals vorkommen, ein Mehr oder Weniger in der Intensität dieser Bewegungen sich nur schwer erkennen lässt. Denn dieselben stehen denen des Herzens weit an Regelmässigkeit nach. Ganz sicher constatirt und für uns von Wichtigkeit ist der Pflüger'sche Versuch. Wenn wir hiernach annehmen müssen, dass am lebenden Darm ein Hemmungsvorgang eingeleitet ist, welcher die freie Einwirkung von motorischen Einflüssen hindert, so steht diese Annahme im Einklange mit jener Beobachtung von Houckgeest, dass am lebenden Thiere nach Durchschneidung der n. splanchnici sehr lebhaft und constante Darmbewegungen durch Reizung der Vagi hervor-

gerufen werden. Gerade diese Beobachtung, welche ich bestätigen kann, bildet die Grundlage zu dem Verständniss, warum am frisch getödteten Thiere durch Vagusreiz so starke, am lebenden nur schwache Darmbewegungen hervorgerufen werden. Ausserdem mag auch der Einfluss des Kreislaufs am lebenden Thiere von Bedeutung für das inconstante Gelingen des Versuches sein. Immerhin geht aber aus den schon erwähnten Beobachtungen, zusammengenommen mit jener, dass die heftigen Darmbewegungen an ersticken- den Thieren nach Durchschneidung der n. vagi ausbleiben, mit grosser Sicherheit hervor, dass der n. vagus motorischen Einfluss auf den Darm der Säugethiere hat.

Wenn wir vorläufig diesen Schluss ziehen, so ist noch zu constatiren, dass es vielleicht noch andere Nerven gibt, welche ebenfalls einen motorischen Einfluss auf den Darm der Säugethiere ausüben. Aus der obigen Zusammenstellung sind die betreffenden Angaben ersichtlich.

Zum Zwecke einer späteren Vergleichung der an sämtlichen Wirbelthierklassen gewonnenen Resultate fassen wir schliesslich kurz zusammen, was sich aus den Beobachtungen an Säugethieren ergibt:

- 1) Am lebenden Thiere bewirkt Vagus-Reizung inconstant schwache Bewegung der Gedärme, welche nach einer deutlichen Zeitpause eintritt.
- 2) Die Bewegung wird constant nach Durchschneidung der n. splanchnici und erfolgt nach einer kürzeren Pause.
- 3) Die heftige peristaltische Bewegung des ganzen Darms, welche an ersticken- den Thieren einzutreten pflegt, bleibt aus nach Durchschneidung der n. vagi.
- 4) Am frisch getödteten Thiere bewirkt Reizung der Halsvagi constant sehr lebhaft peristaltische Bewegungen aller Theile des Darmkanals.

- 5) Diese Bewegungen treten ein bei Reiz des rechten wie des linken Vagus.
- 6) Nach Durchschneidung der Halsvagi an getödteten Thieren ist Reizung der centralen Vagusenden erfolglos; durch Reizung der peripheren Enden erfolgen die beschriebenen Bewegungen.
- 7) Die Bewegung der Gedärme hört nach dem Sistiren der Vagus-Reizung nicht sogleich auf.

#### Versuche an Tauben.

Ueber den Nerveneinfluss auf die Darmbewegung der Vögel sind meines Wissens wenige Untersuchungen angestellt.

Bricke<sup>1)</sup> hat bei Tauben gesehen, dass nach Durchschneidung der beiden Vagi das Thier zwar noch wie gewöhnlich frisst, dass sich aber nur der Kropf anfüllt und in den Magen gar nichts hineingelangt. Ich habe ebenfalls an Tauben einige Versuche angestellt.

Bei diesen Thieren ist der n. vagus von einer Nackenwunde aus beiderseits sehr leicht blosszulegen und zu reizen, da er an der Aussenseite des Halses (allerdings in bedenklicher Nähe der Venae jugulares), nur von Haut bedeckt an der hinteren Seite des Kropfes verläuft. Nach Blosslegung des Peritonaalsackes unter dem Sternum sind der Magen und einige Darmschlingen sichtbar. Meist liegen sie ruhig und fast ohne jede Bewegung da. Zuweilen befinden sie sich in einer mässigen Bewegung, schnüren sich hie und da ein, um sich wieder auszudehnen und sich dann an einer andern nahe gelegenen Stelle ebenso zu verhalten.

In Folge der Reizung des Vagus habe ich stets eine verstärkte oder ganz neu eingeleitete Bewegung des Magens und der ersten Darmschlingen gesehen. Einige Augenblicke nach dem Beginn der Reizung bekam der Magen eine starke quere Einschnürung und der Darm zeigte eine langsam verlaufende peristaltische Bewegung, die jedoch nicht weit

zu verfolgen war. Die hinteren Darmschlingen blieben dabei anscheinend stets ruhig. Dieses Ergebniss war an demselben lebenden Thiere öfters zu beobachten, bei Reiz des rechten oder linken Vagus immer in der gleichen Weise. Fast immer war die Fortdauer der Darmbewegung noch einige Augenblicke nach dem Aufhören der Nervenreizung ersichtlich. Die Vermuthung liegt nahe, dass hier vielleicht der freien Entwicklung der Vagus-Wirkung ähnliche Hindernisse im Wege stehen, wie an lebenden Säugethieren. Ich habe daher in einer zweiten Reihe von Versuchen die n. splanchnici durchschnitten und dann den Einfluss der Vagus-Reizung wie vorher beobachtet.

Die n. splanchnici bilden, indem sie sich aus Aesten der meisten Ganglia thoracica und aus Rückenmarkszweigen zusammensetzen, durch ihre beiderseitige Vereinigung einen Stamm, der mit der A. coeliaca verläuft und mit dieser seitlich von der Speiseröhre, an welcher die glänzenden weissen Vagus-Aeste herablaufen, leicht aufzufinden und zu durchschneiden ist. Dazu muss ein Stück des Sternum mit der dicken Brustmuskulatur reseccirt werden. Die Verletzung des Bauchfellsackes hat nicht viel zu bedeuten.

Versuche, die an den so behandelten Tauben sonst wie oben angestellt wurden, ergaben, dass sich nun auch kräftige peristaltische Bewegungen der mittleren Dünndarmschlingen in Folge von Vagus-Reizung beobachten liessen. Die letzten Dünndarmschlingen blieben jedoch auch bei diesen Versuchen ruhig. Vielleicht ist letztere Erscheinung durch weitere Hemmungsfasern bedingt, welche in dem untern Stamm des Splanchnicus aus den untern Rückganglien zum Dünndarm aufwärts steigen. Auch diese Nerven noch an dem sonst wie vorher behandelten, lebenden Versuchsthiere zu durchschneiden, halte ich für unmöglich. Denn schon die Durchschneidung der oberen Splanchnici ist sehr erschwert, weil bei Resection des Sternum leicht starke Blutung ein-

tritt, oder weil die A. coeliaca vor der Unterbindung verletzt wird, wodurch jede Bewegung des Darmes in Folge seiner Anämie gehemmt wird. Wenn dagegen nur ein kleines Stück des Sternum reseziert wird, so ist die Auffindung der A. coeliaca so erschwert, dass die Verzögerung und der zweifelhafte Erfolg der Operation den ersten Vortheil wieder aufwiegen.

Todte Thiere bieten bei dieser Thierklasse keine Vortheile. Durch ihre hohe Eigenwärme und durch die deshalb rasch eintretende Verdunstung ist wohl der baldige Verlust der Erregbarkeit ihrer Nerven und Darmmuskeln bedingt.

Als Resultat meiner Versuche muss ich anführen:

- 1) Durch Vagus-Reizung an lebenden Vögeln gerathen der Magen und die obersten Darmschlingen in Bewegung.
- 2) Nach vorheriger Durchschneidung der n. splanchnici erfolgt diese Bewegung in einem grösseren Abschnitte des Darmes.
- 3) Reizung des rechten und linken Vagus hat das gleiche Resultat.
- 4) Nur die peripheren Vagusenden erregen in Folge von Reizung die Darmbewegung.
- 5) Die Darmbewegung beginnt erst einige Sekunden nach dem Anfang der Vagusreizung und dauert nach dem Ende meist noch eine Zeit lang fort.

#### Versuche an Fröschen.

Die anatomischen Verhältnisse des Frosches bedürfen keiner Auseinandersetzung. Der Verlauf des n. vagus ist aus den Versuchen über die Herzbewegung wohlbekannt und der Darmkanal bietet durchaus keine Besonderheiten; er befindet sich nach der Eröffnung der Bauchhöhle bei der makroskopischen Beobachtung in völliger Ruhe. Er bewegt sich in Folge von directem electricischen Reiz langsam, doch

schnürt er sich an der gereizten Stelle sehr beträchtlich ein; die Einschnürung pflanzt sich wellenartig langsam aufwärts und abwärts eine kurze Strecke weit fort, auch wenn der Reiz schon aufgehört hat.

Ueber den Einfluss des N. vagus existiren mehrere Mittheilungen. Ich erinnere an die merkwürdigen Versuche von Goltz<sup>15)</sup>, welcher in Folge von Durchschneidung beider Vagi andauernden Krampf der Speiseröhre und anhaltende Bewegungen des Magens fand. Durch Reiz der peripheren Vagusenden trat noch bedeutende Verstärkung dieser Symptome ein. Den gleichen Erfolg der Vagus-Reizung fand er an Fröschen, denen Gehirn und Rückenmark zerstört war. Dass sich in Folge davon auch der Darm zusammengezogen, theilt er als fraglich mit. Auch Nasse<sup>7)</sup> fand durch Vagus-Reiz Bewegung: „Auch bei den Fröschen contrahirt sich der Magen, überhaupt wird die Darmbewegung etwas lebhafter“.

Die Angaben von Goltz kann ich bestätigen; namentlich waren Bewegungen des Darmes fast nie zu beobachten. Ich habe die Versuche an enthirnten und lebenden Fröschen und, um den Einfluss des Kreislaufs zu eliminiren, auch an solchen mit ausgeschnittenem Herzen angestellt und habe nur an Weibchen mit zerstörtem Hirn und Rückenmark wiederholt wahre peristaltische Bewegungen des Magens und der ersten Dünndarmschlinge (Duodenum) in Folge von Vagus-Reizung gesehen.

Das Ergebniss der an Fröschen angestellten Experimente wäre somit, dass durch Vagus-Reiz Bewegungen der Speiseröhre, des Magens und der obersten Dünndarmschlinge eintreten.

15) Goltz, Studien über die Bewegung der Speiseröhre und des Magens der Frösche. Pflüger's Archiv 1872. VI, S. 616—642.

Versuche an Fischen.

Die Anstellung der Versuche bei den Fischen ist nicht schwierig. Die Eröffnung der Bauchhöhle geschieht in der Längslinie des Bauches von der Diaphragma-artigen Membran aus bis zum After, während der Fisch mit einem Handtuch in der linken Hand festgehalten wird. Das Thier wird dann am besten in der Seitenlage an Kopf und Schwanzende durch Nägel auf einem Brettchen befestigt. Wenn man sodann hinten am After und vorn hinter dem Schultergürtel die ganze Bauchwand nach oben durchschneidet und nach Durchkneipen der Rippen aufwärts zurückschlägt, so liegen die Eingeweide völlig frei zur Beobachtung. Der Darmkanal zeigt im Allgemeinen geringe Verschiedenheiten. Bei den Cyprinen bildet er einen einfachen Längskanal mit wenigen Schlingen. Diese sind von Leberstreifen begleitet, die von der rechts vom Manddarm gelegenen Hauptmasse der Leber ausgehen, herabsteigen und sich an einigen Stellen wieder aufwärts in die Höhe wenden.

Der N. vagus ist bei den Fischen und besonders bei den Cyprinoiden leicht aufzufinden. Wenn man nach Resection der hinteren Hälfte des grossen Kiemendeckels die Kiemen auf einer Seite etwas nach vorn schiebt, und nun den untern Schlundknochen mit einer Pincette vorzieht, um an seinem vordern scharfen Rande die dünne Membran, welche von ihm zum Schultergürtel aufsteigt, besonders nach aufwärts aufzuritzen, so gelingt es leicht, den Schlundknochen soweit vorzuzerren, dass man die glänzend weissen Nervenfasern des Vagus zu Gesicht bekommt. Dabei erfolgt nicht die geringste Blutung. Der Nervenzweig, welcher über und hinter den andern (den Schlundästen) über die Schlundmuskulatur verläuft, ist der Ramus intestinalis n. vagi. Er kann an dieser Stelle mit den Schlundästen leicht gereizt werden. Jedoch ist diese Methode nicht ganz sicher, da

man den Nerven nicht immer im Auge hat; auch der Erfolg der Reizung ist daher ein wechselnder. Man thut deshalb besser, ihn in seinem ganzen Verlauf über die Muskulatur des Schlundes blosszulegen, was durch Resection eines Stückes vom Schultergürtel leicht gelingt. Nach dieser Präparation kann der R. intestinalis oben unterbunden, durchschneiden und mit Leichtigkeit auf die Electroden genommen werden.

Ueber den Einfluss des N. vagus auf den Darm der Fische hat E. Weber <sup>2)</sup> einige Beobachtungen gemacht. Er sah bei *Cyprinus carpio* und *alburnus* durch Reizung der N. vagi gar keine Bewegungen der Baucheingeweide entstehen. In Folge von localem Reiz fand er zwar Darmschnürungen bei denselben Thieren, jedoch noch trüger und schwächer, als er sie bei den Fröschen beobachtet hatte.

Stannius <sup>1)</sup> erwähnt, dass er in Folge von Reizung der zweiten Vagus-Wurzel bei den Haien (*Spinax* und *Carcharias*) Bewegungen der Speiseröhre und des Magens beobachtet habe.

Meine Versuche wurden an der Barbe (*Cyprinus barbus* L.) und an dem Flussbarsch (*Percis fluviatilis* Cuv.) angestellt. An dem letzteren wurde ein Mal eine Bewegung des Magens in Folge von Vagus-Reiz beobachtet; der Darm blieb ruhig. Die an der Barbe angestellten Versuche blieben dagegen sämmtlich ohne positives Resultat. Die Reizung des n. vagus geschah dabei vom Gehirn aus oder am Schlunde, durch den electricischen Strom oder durch Betupfen mit Kali causticum. In Folge von localem Reiz entstand an dem Darm langsam eine schwache Einschnürung; eine peristaltische Bewegung war dabei nie zu sehen.

Ich habe sodann die oben erwähnten Versuche, welche Goltz an Fröschen angestellt hat, in ähnlicher Weise an der

1) Stannius, das periphere Nervensystem der Fische. S. 84.

Barbe wiederholt. Die Vagi wurden an dem seiner Centralorgane beraubten Thiere gereizt, ohne Erfolg. Zum gleichen Zwecke wurden die sämmtlichen Eingeweide in Verbindung mit den N. vagi aus der Bauchhöhle entfernt, und nun die Reizung des R. intestinalis vorgenommen, aber auch so ohne Erfolg.

Hiernach sind also, wie zu erwarten war, E. Weber's Beobachtungen durchaus zu bestätigen.

Unter den Fischen gibt es merkwürdiger Weise ein Thier, dessen Darm quergestreifte Muskelfasern besitzt, die Schleie, *Cyprinus tinca* (L.). Die Thatsache ist von Reichert<sup>17)</sup> entdeckt. Leydig<sup>18)</sup> bestätigt die Angabe, fügt aber hinzu, dass unter der aus echt quergestreiften Elementen gebildeten tunica muscularis noch eine glatte Muskellage folgt, „die wahrscheinlich als eine sehr entwickelte Muskelschicht der Schleimhaut anzusehen ist.“

Eduard Weber<sup>2)</sup> hat dieses Thier, wie ich erst nach Anstellung meiner eigenen Experimente fand, schon früher zu Untersuchungen über das Verhalten seines Darmes benutzt. Er hat gefunden, dass der Darmkanal der Schleie „animalische Bewegung“ zeigt. Er hat den nach Eröffnung der Bauchhöhle des Fisches völlig unbewegten Darm durch localen electricischen Reiz an seinem oberen Ende sogleich zur heftigen Zusammenziehung gebracht. Er hat festgestellt, dass die N. vagi die motorischen Nerven dieses Darmes sind, indem er durch Reizung dieser Nerven, wie auch durch Reizung ihrer Ursprünge im Gehirn stets die nämlichen Zusammenziehungen hervorbrachte, wie er sie nach directem Reiz am Darmkanal gesehen hatte. Da jedoch diese Versuche offenbar wenig bekannt sind, und es andrersits mög-

17) Reichert, Med. Zeitung des Ver. f. Heilkunde in Preussen. 1841, No. 10, S. 47.

18) Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. S. 324.

lich ist, einige neue Punkte hervorzuheben, will ich es nicht unterlassen, meine eigenen Versuche an der Schleie in Kurzem anzuführen.

Der Darmkanal der Schleie hat 1½ Windungen; er verläuft etwa S förmig gekrümmt. Von dem Schlünde aus geht er in gerader Linie nach unten, wird hier etwas enger und wendet sich bogenförmig wieder nach oben, um von hier aus in entgegengesetzter Richtung bogenförmig in den engen Enddarm überzugehen. Das erste Darmstück, der Munddarm, verläuft mehr auf der rechten Seite neben der Hauptmasse der Leber und der Gallenblase, das folgende Stück, der Mittel- und Enddarm, liegt dagegen mehr linksseitig. In der Rückenlage kann man alle drei Stücke ziemlich gut beobachten. Da sich dieselbe aber bei Anordnung der Versuche nur schwer anwenden lässt, kann man entweder in rechter Seitenlage Mittel- und Enddarm, nur durch einen schmalen Leberstreifen getrennt, beobachten oder in linker Seitenlage den Munddarm, übrigens gressentheils verdeckt durch die Hauptmasse der Leber, zur Beobachtung bringen. Die linke Seitenlage eignet sich in so ferne besser, als man in dieser ein grösseres Stück des Darmkanals vor sich hat. Zur Reizung des N. vagus verfährt man wie bei der Barbe.

Nach Eröffnung der Bauchhöhle befindet sich der Darm stets in völliger Ruhe. Ich habe überhaupt niemals spontane Darmbewegungen gesehen.

In Folge von local am Munddarm angewandtem electricischen Reiz erfolgt plötzliche Contraction der Längs- und Quermuskelfasern im ganzen Darmkanal. Da die Längsschicht der Muskelfasern stärker ausgebildet ist, als die circuläre, fällt auch die Verkürzung des Darmes besonders in die Augen. Die Verengerung seines Lumens ist am besten am Darm von grossen Schleien zu beobachten. Wird die Reizung an einer unteren Darmstelle ausgeführt, so zuckt nur ein



kleines Stück des Darmes, aber immer in grösserer Ausdehnung als die Entfernung der Electroden beträgt, mehr abwärts als aufwärts von diesen.

Nach Bestreichen einer Darmpartie mit concentrirter Kochsalzlösung beginnt diese in wenig Sekunden ziemlich stark zu zucken. Bei ausgebreiteter Einwirkung der Kochsalzlösung erfolgen stärkere und allgemeinere Contractionen. Nach mechanischem Reiz habe ich keine deutlichen Bewegungen beobachtet.

Vor der Beschreibung einiger Versuche über Vagusreizung ist zu erwähnen, dass der R. intestinalis ein sehr zarter Nerv ist und durch geringe Zerrung oder Quetschung getödtet wird.

1. Versuch. Der R. intestinalis n. vagi wird nach Eröffnung der Bauchhöhle seitlich am Schlunde blossgelegt, am oberen Ende durchschnitten und auf die Electroden genommen. Bei Oeffnung des Schlüssels erfolgt plötzlich starke Zuckung des ganzen Darmes; bei Schliessung lässt sie ebenso schnell wieder nach. Dauert der Reiz nur kurze Zeit, so besteht die Darmcontraction während seiner ganzen Dauer in gleicher Intensität. Bleiben aber die Electroden längere Zeit an den Nerven angelegt, so wird die Contraction allmählig etwas schwächer, kehrt jedoch bei Entfernung der Electroden immer noch mit einem sichtbaren Nachlass in die ursprüngliche Ruhelage zurück.

Der Erfolg ist bei rechts- und linksseitiger Nervenreizung derselbe.

2. Versuch. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wird das Gehirn blossgelegt. Wenn die Electroden an dem Kleinhirn oder den Lobi optici anliegen, erfolgt keine Spur von Contraction, werden diese aber an einen Lobus vagi der Medulla oblongata angelegt, so dass die Vagus-Wurzel vom Strome getroffen wird, so erfolgt sehr heftige Gesamtcontraction des Darmes. Zugleich ist die Wirkung auf das Herz,

sowie auf die Kiemenbögen und den Schlund zu beobachten. Das Herz steht während der Dauer der Reizung still; die Kiemenbögen und der Schlund werden aufwärts gezogen.

Bei Reizung des Rückenmarks an den verschiedensten Stellen erfolgt nie Bewegung des Darmes.

Wird nach Eröffnung der Schädelhöhle die Vaguswurzel durch ein scharfes Messer vom Gehirn getrennt, so tritt fast jedesmal eine deutliche, jedoch ziemlich schwache Gesamtcontraction des Darmes ein.

3. Versuch. Eröffnung der Bauchhöhle. Der R. intestinalis n. vagi wird präparirt und ein Faden lose um ihn herumgeknüpft. Reizung der gleichseitigen Vaguswurzel in der Schädelhöhle bewirkt Darmcontraction. Nach rascher Unterbindung des R. intestinalis bleibt der gleiche Reiz ohne allen Erfolg. Wird der Nerv durchschnitten, so bleibt der erste Erfolg gleichfalls aus. Unter der Unterbindungsstelle ist der Nerv noch völlig erregbar.

4. Versuch. Der R. intestinalis wird gereizt, nachdem vorher verschiedene seiner Aeste durchschnitten sind. Je nachdem seine oberen Zweige oder seine Endäste durchschnitten sind, bleibt bei Reizung seines Stammes die Zuckung der oberen Darmschlinge oder die des Enddarmes und der unteren Schlinge aus, trotz Anwendung starker Ströme.

5. Versuch. Das Gehirn wird blossgelegt. Nachdem zwischen Ober- und Unterkiefer die Gaumenknochen, der grosse Kiemendeckel und ihre Weichtheile durchschnitten sind, kann das Gaumenorgan gut beobachtet werden. Bei schwacher Reizung der linken Vaguswurzel contrahirt sich der ganze Darm; am Gaumenorgan sind jedoch nur linksseitig jene blitzartigen Zuckungen und Erhebungen sichtbar, welche von E. H. Weber<sup>19)</sup> und Hoffmann<sup>20)</sup> beschrieben worden sind.

19) E. H. Weber, Meckel's Archiv 1827, S. 309.

20) Hoffmann, Beiträge zur Anat. und Physiol. des n. vagus bei Fischen. Giessen 1860.

6. Versuch. Der linke R. Intestinalis wird in möglichst grosser Ausdehnung frei präparirt, oben abgeschnitten und sodann in ein Gläschen mit conc. Kochsalzlösung eingesenkt, welches mit dem Darm keine Berührung hat. Nach 2—3 Minuten beginnt ein leichtes Flimmern am Munddarm; allmählig verbreitet es sich auch auf Mittel- und Enddarm. Es zeigen sich dann schwache und kurz dauernde Zuckungen an verschiedenen Stellen des Darms. Etwa 5 Min. nach Beginn der Reizung werden die Zuckungen stärker und über ein grösseres Gebiet verbreitet. Dieser Zustand dauert kurze Zeit und nimmt dann allmählig an Intensität ab, bis er nach etwa 8 Min. ganz aufhört.

Vom Gehirn aus kann man den Darm ebenfalls durch chemischen Reiz erregen, indem man feine Splitter eines Steinsalzkrystalles in die Vaguswurzel hineinsteckt. Eine Kochsalzlösung ist hier wegen der diffusen Wirkung nicht zu gebrauchen.

Um zu untersuchen, ob die Contractionen am Schleihendarm in so ferne den peristaltischen Bewegungen ähnlich sind, dass eine Fortbewegung des Inhalts nach unten stattfindet, habe ich durch Fistela Wachs-kügelchen in den Darm eingeführt und sodann diesen zu starken Contractionen erregt. Es gelang mir aber nie, eine Verschiebung dieser Kügelchen nach irgend einer Richtung hin zu constatiren. Als dagegen der Darm mit Wasser gefüllt war und sodann kräftig gereizt wurde, spritzte mehrmals die Flüssigkeit zu dem unten abgeschnittenen Enddarm im Strahle heraus.

Ich habe sodann auch den etwaigen Einfluss des N. splanchnicus an der Schleihe untersucht. Die Vagusreizung (electricisch oder chemisch) hatte nach erfolgter Splanchnicusdurchschneidung kein anderes Ergebniss. Um die Reizung des N. splanchnicus vorzunehmen, muss in linker Seitenlage operirt werden, da er auf der rechten Seite mit der Arteria coeliaco-mesenterica hinter dem Schlunde verläuft. Der

zarte Nerv wurde mit der Arterie electricisch gereizt; jedoch niemals wurde eine Bewegung des Darmkanals beobachtet. Dieselbe trat nur dann ein, wenn ich mit den Electroden jene Stelle des N. splanchnicus berührte, an welcher Fasern des N. vagus sich mit ihm verbunden haben. Die Reizung des R. intestinalis hatte in diesen Fällen stets den gewöhnlichen Erfolg.

Nun wurde gleichzeitige und gleich starke Reizung des Splanchnicus und Vagus vorgenommen und zwar erstens, indem beide abgebundenen und oberhalb durchschnittenen und frei präparirten Nerven zugleich auf die Electroden genommen wurden, zweitens indem der unpaare Nervenstamm, welcher vereinigte Vagus und Splanchnicusfasern enthält, der Reizung unterworfen wurde. In beiden Fällen blieb der beschriebene Erfolg der Vagusreizung niemals aus. Die Darmcontractionen erfolgten in toto und schienen nicht im Geringsten von denen, die nach Vagusreizung entstehen, abzuweichen. Ein hemmender Einfluss für die Darmbewegung von Seiten des N. splanchnicus wäre somit bei der Schleihe nicht nachzuweisen.

Durch die angeführten Versuche ist der Beweis geliefert, dass der N. vagus der motorische Nerv für den Darm der Schleihe ist. Es ist nicht möglich, durch andere Nerven diesen Darm zur Bewegung zu bringen.

Eduard Weber überträgt seine an der Schleihe erhaltenen Resultate sofort auf die übrigen Cyprinoiden, bei denen er nichts Aehnliches gefunden hatte. Dabei erscheint indes der Einwurf, dass sich die Schleihe nicht nur in Beziehung auf die Muskulatur ihres Darmkanals, sondern auch auf die Anordnung und Wirksamkeit ihrer Nerven von den übrigen Cyprinoiden unterscheiden möge, nicht unberechtigt. Es handelt sich also zunächst um den anatomischen Beweis, dass sich der N. vagus bei der Schleihe nicht anders verhalte als bei den andern Cyprinus-Arten.

In der That bietet die Form des Gehirns bei der Schleie keine Unterschiede von dem des Karpfen oder der Barbe. Der N. vagus entspringt bei ihnen in gleicher Weise hauptsächlich aus den paarigen Seitenhügeln der Medulla oblongata (lobi vagi Gottsche), welche hinter dem grossen Cerebellum liegen und durch die von der grauen Anschwellung scharf absteckenden weissen, baumförmig verflochtenen Streifen an ihrer Oberfläche auffallen. Auch der Verlauf des Vagusstammes, der Kiemenäste, des Seitennerven, der Schlundäste stimmt bei der Schleie und dem Karpfen durchaus überein. Der Verlauf des Ramus intestinalis N. vagi, wie ich ihn wiederholt bei Präparation unter Wasser fand, ist kurz folgender. Er gelangt mit den Schlundnerven zum Schlundknochen und verläuft über dessen Muskulatur, der er nur ganz feine Zweigchen abgibt, über und hinter den Schlundästen schräg zum Anfange des Darmkanals. Dicht an diesem anliegend durchbohrt er die Diaphragma-artige Membran und gibt mehrere feine Zweige zum Oesophagus. Gleich darauf theilt er sich in zwei Hauptzweige. Einer derselben läuft beiderseits seitlich dem Darm anliegend an diesem abwärts und ist bis nahe zur ersten Windung zu verfolgen. Der andere Zweig vereinigt sich mit dem N. splanchnicus, verhält sich aber auf beiden Seiten etwas verschieden. Der rechte ist bedeutend stärker als der linke und legt sich vom Darne weg sogleich an den mit der A. coeliaco-mesenterica auf der rechten Seite der Schlundmuskeln von der Basis cranii herabsteigenden, unpaaren N. splanchnicus an. Der linke ist schwächer und muss, um den N. splanchnicus zu erreichen, über die obere Wand des Darmkanals hinweg vor der Einmündungsstelle des Luftganges in den Schlund aufsteigen, so dass also zwischen den zwei Aesten des linken Ramus intestinalis der Luftgang liegt. Der gebildete N. Vago-splanchnicus verläuft in Verbindung mit der A. coeliaco-mesenterica, theilt sich mit dieser und

begleitet alle ihre Zweige zu den Organen der Bauchhöhle. Im Anfange ist der Stamm gerade nach hinten gegen den Enddarm und die untere Schlinge gerichtet und verläuft an der linken Seite der Gallenblase vorbei nach hinten; in der Folge strahlt er in seine Endzweige aus. Ausser zu dem Darmkanale sind seine Zweige zu verfolgen zu Leber, Milz, Schwimmblase und zu den keimbereitenden Geschlechtstheilen. Ganglien habe ich nirgends in seinem Verlaufe gefunden.

Aus dieser Beschreibung der makroskopischen Verhältnisse der Darmnerven bei der Schleie ergibt sich eine grosse Uebereinstimmung derselben mit dem Verlaufe des Ramus intestinalis N. vagi bei der Barbe, wie ihn Büchner<sup>21)</sup> beschrieben hat. Den schwachen Zweig des linken Ramus intestinalis, welcher vor dem Luftgang zum N. splanchnicus aufsteigt, habe ich bei der Barbe auch gefunden; doch ist er allerdings noch viel feiner als bei der Schleie. Büchner erwähnt ihn nicht. Was nun die übrigen physiologischen Einrichtungen im Gebiete des N. vagus angeht, so ist auch in diesen keine Verschiedenheit bemerkbar.

Wenn hiernach die Schleie nur durch das anatomisch-physiologische Verhalten ihrer Darmmuskulatur, nicht durch das ihrer Nerven ausgezeichnet ist, so sind wir in der That berechtigt, die Beobachtungen von der Schleie auf andere Cyprinoiden zu übertragen. Das verschiedene Ergebniss der Vagusreizung bei den Fischen müssen wir durch die verschiedene anatomische Beschaffenheit der Endorgane, also der Darmmuskeln erklären. Wir ziehen den Schluss, dass die glatte Muskelfaser im Darm der Fische so grosse Besonderheiten in ihrer Fähigkeit, sich zu contrahiren, sowie in ihrem Zusammenhang und ihrer Abhängigkeit von den Nervenfasern bietet, dass sie nicht im Stande ist, auf den

21) Büchner, Mém. de la soc. de Méd. d'hist. nat. de Strasbourg II.

Reiz ihres Nerven sogleich mit einer Contraction zu antworten.

Diese Schlussfolgerung wird wesentlich unterstützt durch meine Untersuchungen an dem Schlammpeitzger, *Cobitis fossilis* L., welcher auch der Familie der Cyprinoiden angehört. Dieser hat nämlich nur an dem vordern Drittheil seines Darmkanals quergestreifte Muskelfasern, während der hintere Theil glatte enthält. Das erste Drittheil bewegt sich genau so wie der ganze Darm der Schleie. In Folge von Vagusreizung contrahirt sich dies Stück augenblicklich. Das folgende Stück bleibt dagegen in Ruhe verharren, obgleich es auch vom N. vagus versorgt ist; nur auf localen Reiz schnürt es sich langsam aber kräftig ein. Wie dieses Stück verhält sich der ganze Darmkanal der übrigen Fische, und wenn wir mit Recht annehmen, dass dieses Stück nur wegen der ungeeigneten Beschaffenheit seiner Muskulatur gar keine Bewegung in Folge von Vagusreiz zeigt, so dürfen wir das Gleiche von dem ganzen Darm der übrigen Fische behaupten.

Es ergeben sich folgende Punkte:

- 1) Der Darmkanal der Fische zeigt nie spontane Bewegungen.
- 2) Der mit glatten Muskelfasern versehene Darm der Fische wird durch Erregung des N. vagus nicht zur Bewegung veranlasst.
- 3) In Folge von localen Reiz schnürt sich derselbe nur langsam, schwach und in kleinem Umkreise ein.
- 4) Wenn ein Theil des Darmkanals quergestreifte Muskelfasern besitzt, so reagirt derselbe auf locale Reizung wie auf Erregung des R. intestinalis N. vagi sogleich mit einer Contraction.
- 5) Der Darmkanal der Schleie, welcher nur quergestreifte Muskelfasern besitzt, gerüth durch Er-

regung des R. intestinalis N. vagi in allen seinen Theilen sogleich in heftige Contraction.

- 6) Diese Contraction nach Erregung des Nerven erfolgt nur, wenn dessen peripherisches Stück gereizt wird.
- 7) Reizung des linken und rechten R. intestinalis hat das gleiche Resultat; es contrahirt sich jedes Mal der ganze Darm.
- 8) Reizung des N. splanchnicus hat weder bei der Schleie noch bei den übrigen Fischen eine Bewegung des Darmes zur Folge.
- 9) Der N. vagus stimmt bei den Fischen mit glatter und quergestreifter Darmmuskulatur in seinem anatomischen und sonstigen physiologischen Verhalten überein. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Unfähigkeit des mit glatten Muskelfasern versehenen Fischdarmes, sich nach Vagusreizung zu bewegen, nur durch die grosse Trägheit dieser Muskelfasern bedingt sei.

#### Schluss.

Die Sicherheit des Erfolges der Vagusreizung auf den mit glatten Muskelfasern versehenen Darmkanal nimmt ersichtlich von den Säugethieren nach abwärts zu tieferstehenden Wirbelthieren ab. Denn während unsere Versuche an Säugethieren ein entschiedenes Resultat boten und bei den Vögeln fast von demselben Erfolge gekrönt waren, konnten dagegen an Fröschen in Folge der Vagusreizung nur Speiseröhre, Magen und die ersten Darmschlingen, bei Fischen kaum diese zur Bewegung gebracht werden. Aus den Versuchen an niedern Wirbelthieren könnten somit die an den Warmblütern erhaltenen Resultate nicht bestätigt werden. Diese mangelhafte Uebereinstimmung erscheint um so auffallender, da bekanntlich der Einfluss des N. vagus auf das Herz nicht bloss an Warmblütern, sondern auch an

kaltblütigen Wirbelthieren demonstrirt werden kann. Gerade in dieser Hinsicht sind nun aber die Beobachtungen über Vagusreizung an der Schleie von der grössten Wichtigkeit. Denn sie zeigen Ergebnisse, welche den durch Versuche an Säugethieren gewonnenen sehr ähnlich sind und bieten somit die Möglichkeit, überhaupt an eine Vergleichung der Resultate zu denken. Zu einer Vergleichung der Versuchsergebnisse an den verschiedenen Wirbelthierklassen gehört aber zunächst eine Beleuchtung des anatomischen Verhaltens des N. vagus wenigstens bei den höchst und tiefstehenden Wirbelthieren, den Säugethieren und Fischen.

Durch genaue Untersuchungen an Säugethieren, auch am Menschen ist festgestellt worden, dass der N. vagus starke Zweige zu den Organen der Bauchhöhle sendet. Kollmann<sup>22)</sup> hat über diesen Gegenstand wichtige Untersuchungen angestellt und sagt darüber wörtlich: „Der hintere Lungenmagennerv begibt sich nur mit dem kleineren Theile seiner Fasern zum Magen, mit dem bei weitem grösseren verzweigt er sich an der Leber, der Milz, der Niere und Nebenniere, der Bauchspeicheldrüse und dem ganzen Dünndarme“. Diese zahlreichen Eingeweideäste verlaufen in inniger Verbindung mit den sympathischen Nervenfasern von dem Sonnengeflechte aus, in welches sich der hintere Lungenmagennerv verwebt. In die halbmondförmigen Ganglien gehen nur schwache Zweige desselben und selbst von diesen ist es unsicher, ob sie in denselben bleiben und sich zwischen den Ganglienkugeln in ihre feinsten Fibrillen auflösen, oder ob sie vielmehr in inniger Verbindung mit sympathischen Nerven wieder austreten und die Eingeweide versorgen; denn beides wurde beobachtet. Der vordere N. vagus endigt an dem Magen und der Leber. Sehr wichtig ist Kollmanns

<sup>22)</sup> Kollmann, über den Verlauf des Lungenmagennerven in der Bauchhöhle, 1860.

Beobachtung, dass schon in der Brusthöhle durch die reichlichen Verbindungen beider N. vagi in dem Speiseröhrengeflechte „nicht nur der vollständigste Austausch ihrer Nervenfasern, sondern auch eine absolute Vermehrung derselben im hinteren Vagus zu Stande gebracht“ wird. Hiernach enthält der hintere Vagus auch Fasern vom linken N. vagus. Weil aber bei Säugethieren (Katze, Hund, Kaninchen) von Kollmann beobachtet ist, dass die Nervenfasern vorzugsweise vom linken zum rechten Nervenstamm übertreten, darf man annehmen, dass der hintere Lungenmagennerv vorzugsweise Fasern des rechten und weniger vom linken N. vagus enthält, und dass somit die Darmäste des Vagus wohl überwiegend von dem rechten N. vagus stammen.

Vergleichen wir nun den Verlauf des N. vagus der Säugethiere mit dem der Fische, etwa mit dem oben beschriebenen von der Schleie. Der Ursprung des Nerven fällt bei beiden in die Med. obl. Seine Hauptäste gehen zu den Eingeweiden; sie versorgen die Lungen wie die Kiemen, bei beiden Thierklassen das Herz; sie schicken bei beiden nicht unbedeutende Aeste zu den Organen der Bauchhöhle, welche sich in innigster Verbindung mit den N. splanchnici verzweigen. Eine merkwürdige und nicht etwa zufällige Uebereinstimmung dürfte darin liegen, dass es jedes Mal vorwiegend der rechte N. vagus ist, welcher die Zweige zu den Eingeweiden der Bauchhöhle schickt. Dass der B. lateralis N. vagi als Analogon des B. auricularis N. vagi angesehen wird, daran mag beiläufig erinnert werden. In physiologischer Hinsicht herrscht ebenfalls eine grosse Uebereinstimmung; es genügt hier an den bei beiden constatirten Einfluss des N. vagus auf die Respirationsorgane, auf Herz, Schlund und Magen zu erinnern. Nach allem drängt sich die weitere Bemerkung auf, dass auch der nachgewiesene Erfolg der Vagusreizung auf den Darm bei Säugethieren wie bei der Schleie als eine vollkommen analoge,

anatomisch und physiologisch fest begründete Thatsache angesehen werden muss.

Wir sind somit zu dem Schlusse gezwungen, dass alle Verschiedenheiten, welche bei den Versuchen über Vagusreizung an dem Darm beobachtet werden, nur durch die Verschiedenheit des Endorganes, der Darmmuskulatur, bedingt sind. Und da besonders die Versuche an Warm- und Kaltblütern mit glattem Darm so verschiedene Ergebnisse bieten, müssen wir annehmen, dass die ungestreifte Muskelfaser der Warmblüter im Darm sich anders verhalte als die der Kaltblüter. Die Ergebnisse der localen electricischen Reizung an diesen Gedärmen bekräftigen diese Annahme. Die Identität der glatten Muskelfaser im ganzen Thierreich kann hiernach ebenso wenig bestehen, wie die der quergestreiften Muskelfasern; denn der Darm der höheren wirbellosen Thiere, welcher bekanntlich fast durchgängig quergestreifte Muskelfasern besitzt, contrahirt sich nur äusserst langsam auf directe Reizung und zeigt hierin mit dem glatten Darm der Fische die grösste Aehnlichkeit. Aus der besprochenen Verschiedenheit unserer Versuchsergebnisse kann also kein Zweifel gegen die Richtigkeit unseres Schlusses entnommen werden, wenn wir den N. vagus als einen motorischen Nerven für den Darmkanal bezeichnen.

In physiologischer Hinsicht erscheint es nicht unwichtig, dass jeder N. vagus den ganzen Darm in Bewegung zu setzen vermag. Wir müssen hieraus schliessen, dass beide Nerven in gleicher Weise unmittelbar oder mittelbar mit den Muskelfasern des ganzen Darmes in Zusammenhang stehen, wie sie am Oesophagus, am Herzen und wahrscheinlich auch an den Lungen beide Hälften dieser Organe gleichmässig versorgen. Da nun der linke N. vagus zu dem hintern Lungenmagennerven nur wenige seiner Fasern schickt und auch durch das von ihm selbst gebildete Magen-geflecht nur mittelbar mit dem Plexus coeliacus verbunden

ist, da derselbe Nerv bei den Fischen gleichfalls nur ein schwaches Aestchen zu dem unpaaren Stamm des N. splanchnicus und des rechten R. intestinalis sendet, so kann man kaum annehmen, dass seine Fasern die Innervation des ganzen Darmes besorgen können. Es scheint vielmehr daraus hervorzugehen, dass beide N. vagi mit einem nervösen Centralorgan für die Darmbewegung in gleicher Weise in Verbindung stehen. In diesem müssen sich die Fasern jedes einzelnen Nerven entweder vermehren und sich sodann am ganzen Darmkanale verbreiten, oder sie müssen mit andern aus diesem Centralorgan entspringenden motorischen Darmnerven derart in Verbindung stehen, dass der Vagusreiz reflectorisch eine Erregung dieser Darmnerven bewirkt. Nach unsern jetzigen Anschauungen müssen wir dieses Centralorgan in der Form von Ganglienzellen suchen.

Wir werden hierdurch auf die Aehnlichkeit von Darm und Herz hingewiesen. Pflüger\*) hat bekanntlich diese Analogie schon im Allgemeinen wie in einigen besonderen Punkten beleuchtet. Er hat die Wirkung des N. splanchnicus auf den Darm lebender Thiere mit der Vaguswirkung auf das Herz verglichen und in allen wesentlichen Verhältnissen übereinstimmend gefunden. Derselbe hat hervorgehoben, wie Herz und Darm mit einer grossen Zahl sympathischer Elemente, Nervenfasern und Ganglienzellen, ausgestattet sind, wie sie ihre rhythmische Bewegung nach Zerstörung des Cerebrospinalorganes, ja sogar getrennt vom ganzen übrigen Organismus, unverändert fortsetzen und vom Willen nicht beeinflusst werden. — In der That muss es auch auffallen, dass die Art der Bewegung des Herzens und der Gedärme grosse Aehnlichkeiten hat. Die Bewegungen des Darmes pflanzen sich von Stelle zu Stelle fort, bestehen bald in Contraction, welche nach abwärts fortschreitet, bald in Erschlaffung der Muskulatur; man nennt sie peristaltische. Doch sind sie nicht immer, sondern fast nur während

der Verdauungsperiode zu beobachten. Das Herz bewegt sich nur scheinbar anders; es ist durch die stetige, nie aufhörende, Bewegung unterschieden, da es fortwährend die Bewegung des Blutes zu besorgen hat. Wir finden abwechselnd Contraction und Erschlaffung und zwar derart, dass ein Raum des Herzens erst dann erschlafft, wenn der nächste schon die Weiterbeförderung des dahingelangten Blutes übernommen hat, und die Rückbewegung des letzteren gehindert ist. Man könnte die Herzbewegung nicht mit Unrecht eine peristaltische nennen. Wer erinnert sich hier nicht der Beobachtung, dass am schlauchförmigen Herzen des bebrüteten Hühnchens die Bewegung wie eine Welle von hinten nach vorn über das Herz hinläuft und somit in Wirklichkeit peristaltisch ist? — Erhöhung der Temperatur bewirkt am ausgeschnittenen Herzen eine Vermehrung der Schlagzahl, an dem von seinem Mesenterium befreiten Darm eine lebhaftere Bewegung. (Horvath<sup>23</sup>). Aenderungen des Blutstromes sollen die Bewegungen beider Organe mächtig beeinflussen. Gewisse Arzneimittel haben eine ähnliche Einwirkung auf beide Organe; so geht z. B. das giftige Curare, welches die motorischen Nerven der Skelettmuskeln lähmt, an denen des Herzens wie der Gedärme ohne schädliche Wirkung vorüber. Durch die Schläge eines Inductions-Apparates, welche ausreichen, jeden andern Nerven oder Muskel in Starrkrampf zu versetzen, wird das lebende Herz nur zur Beschleunigung seiner Contractionen veranlasst; die gleiche Erregung kann an dem frisch ausgeschnittenen Darm geordnete, peristaltische Bewegungen hervorrufen. — Kurz es bieten sich im Allgemeinen wie im Besonderen mannigfache Analogien zwischen Herz und Darm.

Von den Physiologen wird der Ort eines Centralorganes für die Herzbewegung in den Ganglienhaufen der Herz-

<sup>23</sup>) Horvath, Orig. Mitth., Med. Centralbl. 1873, Nr. 39, 40.

wandung gefunden und angenommen, dass die Herzerven, hemmende wie erregende, nur mittelbar durch ihre Einwirkung auf die Ganglienzellen eine Veränderung der Herzbewegung zu Stande bringen können. Was den Darm betrifft, so nöthigen besonders die am ausgeschnittenen Darm angestellten Versuche zur Annahme eines Centralorganes in seiner Wandung. Und durch Pfleger ist es wahrscheinlich gemacht, dass der Mechanismus der Uebertragung der Splanchnicuserregung auf den lebenden Darm analog ist der des N. vagus auf das Herz.

Haben wir nun auch Anhaltspunkte für eine Vergleichung der erregenden Nerven des Herzens (Sympathicus) mit denen des Darmes (Vagus)?

Anatomisch ist die Aehnlichkeit gering. Die Nervenfasern sind zwar bis zu ihren Organen (Herz, Darm) verfolgt; aber die Ursprünge der Nerven sind verschieden: hier Vaguscentrum, dort Halsmark (v. Bezold). Es ist bemerkenswerth, dass das Rückenmark zum Herzen excitomotorische, zum Darne hemmende Fasern (N. splanchnicus) schickt, während von dem Vaguscentrum aus hieher erregende, dorthin hemmende Fasern verlaufen. — Unsere Versuche ermöglichen eine weitere Vergleichung in physiologischer Beziehung. In beiden Fällen erfolgt die Bewegung erst einige Sekunden nach dem Beginne der Reizung, und jedesmal dauert die eingetretene Veränderung der Bewegung noch eine Weile nach Aufhören derselben fort. Ebenso reicht die Erregung der betreffenden Nerven auf einer Seite aus, den Erfolg hervorzubringen. An beiden Organen sind diese excitirenden Nerven in ihrer Wirkung bedeutend schwächer als die ihnen antagonistisch entgegengesetzten, die Bewegung hemmenden, Nerven; denn durch gleichzeitige und gleich starke Erregung der hemmenden und excitirenden Nerven beider Organe sehen wir nur die Wirkung der hemmenden Nerven eintreten. In Beziehung

auf die Inconstanz des Erfolges der Vagusreizung auf den Darm lebender Thiere finden wir für die excitirenden Herznerven darin etwas Aehnliches, dass es durch Erregung des Sympathicus nicht immer gelingt, eine deutliche Vermehrung der Herzpulsationen zu erzielen. — Es tritt somit die Aehnlichkeit in dem physiologischen Verhalten des Herzens und der Gedärme auch in diesen Punkten deutlich genug hervor.

Bei dem Versuch, uns eine Vorstellung davon zu machen, wie und an welcher Stelle die N. vagi mit einem Centralorgan für die Darmbewegung in Verbindung stehen, denken wir zunächst an die Annahme eines Centralorganes in der Darmwandung selbst. Die Analogie mit dem Herzen bliebe hierdurch gewahrt. In der That finden sich in den Wänden des Darmkanals sympathische Nervenplexus mit zahlreich eingestreuten Ganglienzellen. Sie sind als Auerbach'scher und Meissner'scher Plexus bekannt, und ihre physiologische Wichtigkeit ist nicht zu bezweifeln. Hier könnte der Ort sein, wo die Aeste der N. vagi und N. splanchnici endigen. Der hintere Lungenmagennerv sendet wirklich, wie oben erwähnt, den grössten Theil seiner Fasern direct zum Darmkanal, indem er in dem Sonnengeflecht nur die Begleitung zahlreicher sympathischer Fasern annimmt. Wie bei dem Herzen müssten die homnenden Fasern auch am Darm mit den erregenden in dem gleichen Centralorgan endigen. Nach Rüdinger<sup>24)</sup> sind die N. splanchnici am Menschen meist nur bis zu den abdominalen Semilunarknoten zu verfolgen. In einigen Fällen von Mangel der Semilunarknoten, statt deren kleine Ganglien in den plexus solaris eingestreut waren, konnten die N. splanchnici theilweise ohne alle Schwierigkeit direct zu den Geflechten und Eingeweiden der

24) Rüdinger, Ueber die Rücken-Marks-Nerven der Baucheingeweide. 1866, S. 20.

Bauchhöhle verfolgt werden. „Es ist demnach als wahrscheinlich anzunehmen, dass constant ein Theil der Fasern der N. splanchnici direct zu den Organen der Bauchhöhle, namentlich zu dem Darmkanal gelangt, ohne Verbindungen mit den abdominalen Ganglien eingegangen zu haben“. Hiernach könnte allerdings in der Darmwandung der Ort sein, wo die N. vagi und N. splanchnici mit einem Centralorgan für die Darmbewegung in Verbindung stehen.

Von besonderem Interesse ist die Beobachtung, dass die Darmbewegung an erstickenden Säugethieren durch die N. vagi eingeleitet wird; sie ist durch den Erfolg der vorherigen Vagusdurchschneidung sicher gestellt. Neben der heftigen Peristaltik tritt in der Asphyxie gleichzeitig Herzstillstand in Diastole ein, welcher ebenfalls ausbleibt, wenn vorher die N. vagi am Halse durchschnitten sind. Wir werden durch diese Beobachtung darauf hingeleitet, dass hier die Erregung des Vaguscentrum wahrscheinlich durch die Veränderung des Blutes während der Asphyxie zu Stande kommt, und müssen die Möglichkeit zugeben, dass auch im Leben Veränderungen im normalen Gasgehalt des Blutes durch den N. vagus auf Herz und Darm einen Einfluss ausüben. Wir erinnern uns hier an die schönen Experimente von Traube, welche beweisen sollen, dass die Kohlensäure des Blutes das reizende Agens für das motorische Nervensystem ist in der Med. obl. wie im Herzen selbst. Ein ähnliches Verhalten des Darmes bei Säugethieren scheint aus jenen Versuchen hervorzugehen, bei welchen Darmbewegungen nach eingetretener Venosität des Blutes oder in Folge von Vagusreiz bei gleichzeitigem Venöswerden des Blutes in den Darmgefässen beobachtet wurden. Auch durch diese Beobachtungen wird meines Erachtens auf ein nervöses Centralorgan in der Darmwandung, durch welches der N. vagus seine Wirkung auf den Darm entfaltet, und welches durch Veränderungen der Blutzusammensetzung



leichter erregbar wird, hingewiesen. Da von Bischoff über den Einfluss des N. vagus auf die Magenbewegungen ähnliche Beobachtungen gemacht sind, erscheint diese Annahme für den Darm um so wahrscheinlicher.

Nach unsern Versuchen müssen wir die Veränderung des Blutstromes als ein Moment bezeichnen, welches ähnlich wie die Durchschneidung der N. splanchnici auf das Centralorgan für die Darmbewegungen einwirkt und es in einen Zustand erhöhter Erregbarkeit versetzt. Wie weit dasselbe etwa auch als Ursache des Eintrittes der peristaltischen Darmbewegungen nach der Ruheperiode angesehen werden darf, müssen weitere Versuche zu ergründen streben.

### EXTRACT OF MEAT.

BY BARON LIEBIG,

President of the Royal Academy of Sciences of Munich.

In a letter by Dr. Edward Smith, which appeared in the *Times* of October 16th, he reproaches me with several quotations contained in my letter of October 1st, which require on my part some vindication.

Dr. Smith says that the passages I have quoted on "economy of nutrition," "the small morsel of meat," "fish," "tea," are not extracts from any published work of his, and he calls upon me to explain where I had obtained my (most unaccountable) quotations. My vindication is not a difficult one, and I gladly take this opportunity to explain more fully the real value of extract of meat for the alimentation of the people; the only unpleasant part of the task is, that in doing so I am compelled to speak more of myself than I like.

In the first place it is quite correct that the above-mentioned quotations have not appeared either in the article in the *Standard*, or in that of the *Times* of August 20th. They are taken word for word from an article entitled "The Butcher's Bill," which appeared in the *Saturday Review* of August 31st. This article is avowedly based on Dr. Edward Smith's views, so that any one who took the trouble to read it, must, like myself, have arrived at the conviction that its sentences contained the authentic opinions of Dr. Edward Smith.

Dr. Edward Smith says, "Let it be clearly understood that at length Baron Liebig is in accord with other scientific men, and that all may adopt the words of Liebig:—Neither tea nor extract of meat is nutriment in the ordinary sense, and all I contend for is accomplished." This does not seem to say less than that I have now been converted to views which either I formerly had not, or which I even disputed, while the real truth is that all that has been ascertained within the last thirty years on these subjects is in perfect accord with my teachings. Thirty years ago I taught in my "Animal Chemistry," that for the preservation of life the food of men, as also that of animals, must contain one indispensable element for the formation of blood or of the albumen in the blood. I have further explained in my "Researches on the Chemistry of Food," (1847), that "beef-tea" or "extract of meat" contains none of the substances called albuminates, as these latter coagulate and separate when the meat is boiled in water. In my "Familiar Letters on Chemistry," xxxix. p. 421 (edition of 1851), I said, "In the albumen of this fluid (juice of flesh) we have the substance serving as transition product to the fibrine of flesh, and in the other substances (contained in beef-tea) the matters required for the production of cellular tissue and nerves." From this it will be seen that I never asserted that "beef-tea" or "extract of meat" contained substances necessary for the formation of albumen in the blood or of muscular tissue. I have, on the contrary, designated them as "food for the nerves," in the same sense as common salt is also designated as food, although one cannot always define in which manner it acts usefully.

It cannot, therefore, be said that "I am at length in accord with other scientific men," but that these scientific men, including Dr. Edward Smith, have simply adopted what I have always, and from the very beginning, taught. Based on my own definitions, Dr. Edward Smith informs me that extract of meat is not "food," but a "nervous stimulant." But what is a nervous stimulant? everybody will ask who is not satisfied with a word, but wishes for a definition. We take the constituents of extract of meat in our daily food, just as we take tea and coffee in addition to our food, and nothing can be more undeniable than that these substances produce a certain beneficial effect on all the functions of the body, and also on the process of nutrition. It is clearly not the duty of a scientific man simply to deny these effects, but to find out how great is the share these substances have in the functions of the animal organisation.

Some years ago two physiologists at Vienna attempted to prove, by experiments on themselves, respecting the effect and value of common salt in the process of nutrition, that salt is a luxury and of no value for nutrition and the preservation of health. In matters affecting the alimentation of the people no importance can be attached to such trifling experiments if they are in contradiction to confirmed experience, and this contradiction to confirmed experience, and this contradiction to confirmed experience, in the same proportion the less the experimentalist is capable of observing and rightly interpreting facts.

In order to comprehend the difference between "common food" and "nervous food," as I will call it in order to avoid circumlocution, it must be considered that man has two kinds of work to perform, muscular or mechanical work and brain or nervous work. The one, the muscular work, is under the dominion of the nerves and the brain.

By "common food" must be understood those substances which serve for the preservation of the temperature and restoration of the machine. Coffee, tea and extract of meat are not suited to these purposes; by their effect, however, on the nerves they exercise a decided influence.

The experiments made with extract of meat in Russia, France and Sweden are what in the scientific world are termed "sham experiments." They are not undertaken to find out that which is not known, but as the result is known beforehand, appear really only to be made with a view to deceive others, and the conclusions drawn from them are simply absurd. It will suffice to describe one of these experiments in order to convince any one who bears in mind that it has been scientifically determined that extract of meat does not contain any substances necessary for the formation of albumen in the blood, and for the restoration of the waste of muscular tissue.

Two dogs of almost equal weight were fed, the one with meat, the other with extract of meat. The former was fed with 400-500 grm. fresh meat, the other with 12½-15 grm. extract of meat (the quantity contained in 400-500 grm. fresh meat). The dog fed on meat flourished, his weight rather increased, while the other fed on extract of meat only, became thin, was attacked with diarrhoea, and would have died if the experiment had been continued. The inference drawn from this experiment is:—Extract of meat is not nutritious, it rather has poisonous effects, causes diarrhoea, and would produce death. That the other dog had likewise consumed 12½-15 grm. extract of meat in the 400-500 grm. of meat without being seized with diarrhoea or feeling any injurious effects, this fact does not trouble the experimentalist, nor does it concern him that a dog weighing from 2 to 3 kilograms requires from 40 to 50 grm. of carbon in his food for the process of respiration and to keep up the weight of his body, while 12 to 15 grm. extract of meat only contains 3-4 grm. of carbon.

These experiments, made by Dr. Beljowski, in Moscow, and the conclusions drawn from them, are identical with the French (*vide* "Moniteur Scientifique Queneville" 1-15 Dec. 1871). That no experiments have been made in England similar to those in Russia and France proves that English physiologists possess more common sense.

Concerning the standing of Professor Almen, in Sweden, it will suffice to mention here his experiment that "a glass of warm water with a little pepper must produce the same effect as a cup of beef-tea." What sensible physician would venture to prescribe warm water with pepper instead of meat broth to a patient recovering from typhoid fever? Nor in spite of Professor Almen is this done in the Swedish hospitals. Beef-tea is used there in the same cases and for the same purpose as with us.

That in Göttingen extract of meat is generally used in family households and also in that of Professor Meissner, I may venture to affirm.

In order to understand correctly the significance of meat diet and extract of meat, it is necessary to turn one's attention to the difference of the component parts of meat and those of vegetable foods. Meat contains in its albuminates the chief requirements for the animation of the muscular tissues and for the preservation of lasting muscular action. Those constituents of the meat which are soluble in boiling water take no part in the formation and renovation of the muscular tissue. But by their effect on the

nerves they exercise a most decided influence on muscular work wherein meat differs from all other animal and vegetable food.

By the use of meat we consequently obtain two effects, the one (effect on the nerves) perfecting and strengthening the other (muscular action). The prices of other articles of food, even of those containing a considerable amount of muscle-forming material, are much lower than that of meat, and are not in proportion to the contents of muscle-forming substance. According to calculations made in my own household, we obtain in 100 lb. of butchers' meat (67 lb. muscle, 12 lb. bones, 8½ lb. fat, 3 lb. membrane) 26 lb. to 30 lb. albuminates, and the liver and brain are likewise richer in albuminates than the same weight of butchers' meat. The blood of animals is richer still in albuminates in proportion to its price. Nevertheless, nobody thinks of placing blood, liver, or cheese fully on a par with butchery meat.

Vegetable albuminates are still lower in price, and from these is produced in the bodies of animals all the muscular food which man consumes. 100 parts of ordinary wheaten flour contain very nearly as much muscular food as 100 parts of fresh meat, but how small is the price of bread as compared to that of meat.

This clearly shows that the instinct of man discovered a difference in the effects of his various foods, and that he does not estimate and judge them in proportion to their contents of carbon and nitrogen, or of muscle-forming and heat-producing substances, but that he pays a higher price for meat because meat contains certain other substances which are totally wanting in other articles of food, and it is these very substances which form the component parts of beef-tea as well as of extract of meat.

These substances, as is well known, impart to meat its peculiar value for nutrition, and constitute the difference between vegetable and animal diet. The difference between the two, therefore, is not based on the dissimilar nature and facility of assimilation of the albuminates contained in the animal and vegetable food, but consists in the fact that meat contains certain elements which are not to be found in cheese, in blood, or in vegetables.

I believe that the researches of Pettenkofer and Voit are calculated to throw some light on the effects of the component parts of extract of meat. In their experiment on the tissue waste of a man in normal condition while abstaining from food, the individual breathing in the apparatus of respiration was left in three instances without food with the exception of water, salt (15 grm.) and a little extract of meat (12½ grm., rather less than half an ounce), and with respect to the results obtained the two experimentalists say, "The state of health during the privation of food for thirty-six hours was a completely normal one, and according to the assurance of the fasting man, he could have borne it longer." This fact explains, I believe, the physiological importance of the soluble parts of meat or extract of meat; they do not serve for the renovation of the machine, but they maintain it by their effects on the nerves during temporary disturbances, even when deprived of food, in normal action, and it cannot be doubted that it is this effect which is paid for by the higher price of meat.

London navvies who were sent out during the

Crimen war to construct the railway at Balachava, and who, according to the report of Dr. Bandini, created the greatest astonishment among the English and French soldiers by the extraordinary amount of work they performed, consumed daily in their food from 150 to 159 grm. albuminate.

The agricultural labourer in Upper Bavaria consumes in his farinaceous food, according to the experience and calculations of Professor Dr. H. Ranke, 153 grm., therefore almost the same quantity of albuminates as the English navvy; but how extremely different are the working capabilities of the English and Bavarian labourer in reference to the energy of work, i.e. the amount of work accomplished within a given time? and this difference is attained by the English navvy consuming more than one half of the albuminates in the shape of meat, whilst the Bavarian eats meat only on six days of the year. A few slices of bread and butter with milk at breakfast give nutriment enough for a child; an adult, however, has very different work to perform, and he therefore increases the effect of his food by a cup of tea or coffee. It is stated in Frankfort-on-Maine as a well-known fact that old Mayer Anselm Rothschild, the founder of the eminent firm, never despatched any important business at night without having previously taken a cup of strong black coffee; and it may be supposed that the celebrated financier derived some advantage from the effect of the coffee on his decisions, for he was not the man to spend a farthing for anything which would not have given him a return.

When the meat by boiling has been freed from its soluble parts, the remainder, or more correctly the albuminates in such residue, have no greater nutritive value than the gluten of wheaten flour, which remains after the manufacture of starch. Both the meat albuminates and the gluten are chemically and in their physiological effect identical things.

If to meat exhausted in this way, the extracted parts are again added in the shape of beef-tea or extract of meat, it is eagerly eaten by dogs who despise it without such addition; in fact, all the component parts of meat which are contained in roast meat are thereby reunited.

Now, as vegetable albuminates are identical with albuminates contained in the flesh of animals, it will be easily perceived that if we add to our vegetable food, rich in vegetable albuminates—for instance to bread, peas, beans, or even potatoes and rice,—the soluble parts of meat such as are combined in extract of meat, we thereby impart to it the peculiar nutritive value which distinguishes meat in our estimation from other food.

Dr. Gerhard Rohlfs, well known by his travels in Morocco, says, in reference to the effect of extract of meat in a letter addressed to me:—"As regards extract of meat it has proved, particularly to us travellers in Africa, one of the greatest blessings. On my travels through the great desert from Tripolis to the Tschad Lake, it was my daily food. Being without any meat I took it in the morning spread upon biscuits, and this was not only very palatable, but it proved a complete substitute for meat diet. In the evening I made beef-tea, adding a good portion to rice, lentils, or kuskus, or whatever I happened to possess in the shape of vegetables. I have become so accustomed to the extract of meat that I am still obliged to keep it constantly in my house."

It will be well understood, therefore, that by the addition of extract of meat to our food, we neither economise carbon for the maintenance of the temperature nor nitrogen for the sustenance of the organs of our body, and that therefore it cannot be called "food in the ordinary sense," but we thereby increase the working capabilities of the body and its capacity to resist exterior injurious disturbances, i.e. to maintain health under unfavourable circumstances. Thus an addition of extract of meat to vegetable food forms the only means to make up for a want of meat.

All this taken together gives to these substances, to which also belong tea and coffee, a very high value in the alimentation of our populations, the last and true object of which is the production of working power for mental and bodily work; and it becomes perfectly intelligible why the great historian Macaulay, in his celebrated work, very properly devoted an entire chapter to the introduction of coffee into England as being to some extent connected with modern life.

For our object it is tolerably indifferent with what name the effect of the so-called "Nervous stimulants" is designated.

A few years since agriculturists still considered gypsum, lime, and bone meal to be stimulants for the growth of plants; now we know perfectly well that they are nutritive substances for plants. In modern life men on the whole perform more muscular and brain work than formerly; still the average duration of life of individuals has not decreased but increased, and nobody who takes a comprehensive survey of life can doubt that coffee and tea contribute largely to this end, and that extract of meat properly used is a really good and most useful thing.

In conclusion, it may be mentioned that I have given my ideas on this subject in two treatises, both of which appeared in English scientific journals: the one "On the Nutritive Value of Different Sorts of Food," in the *Lancet* (January, February, and March, 1870), the other in the *London Pharmaceutical Journal* ("The Source of Muscular Power"—September and October, 1870), and I think that no English physician wishing to criticise my opinions should be allowed to ignore these two treatises of mine.

One word more about Dr. Edward Smith. It is a pity that he thinks himself competent to give his opinion on questions of which he cannot be said to have a perfect knowledge. This becomes evident as soon as he touches on chemical subjects. For instance, in a letter to the *Standard* (October 24th, 1872) Dr. Edward Smith declares that beef-tea made of fresh soup meat would certainly contain albumen, etc., and he charges me with "hardihood" for comparing extract of meat with such beef-tea. Dr. E. Smith apparently forgets that the soluble albumen of meat is coagulated by boiling it with water, exactly in the same way as the albumen of eggs; and that, therefore, beef-tea cannot contain albumen any more than extract of meat. Both extract of meat and beef-tea are prepared from the same material exactly in the same manner, and the difference of the former from beef-tea consists simply in extract of meat being beef-tea condensed to the consistency of honey.

SOME INQUIRIES

INTO

## THE CAUSES OF GOITRE

AND

CIRCUMSTANCES UNDER WHICH CRETINISM IS DEVELOPED.

By J. B. WILSON, M.D.,  
SURGEON TO HER MAJESTY'S BRITISH FORCES.

[Reprinted from "The Indian Annals of Medical Science," No. XXXII.]

CALCUTTA:

PRINTED BY THACKER, SPINK AND CO.

1874.

SOME INQUIRIES  
INTO  
THE CAUSES OF GOITRE AND CIRCUMSTANCES  
UNDER WHICH CRETINISM IS DEVELOPED.

By J. B. WILSON, M.D.,  
SURGEON, HER MAJESTY'S BRITISH FORCES.

BHAGSOO, Dhurmsala, a hill station of the Punjab for British troops, is situated upon a spur of one of the lower ranges of the Himalayan mountains at a height of about 6,100 feet above the sea-level, in a position of about 76° longitude, and 32° north latitude.

The whole district is hilly; we look below upon the Kangra valley, which stretches from east to west, and is in this neighbourhood about 3,000 feet above the sea-level; we see above in a north-easterly direction successive ranges of the Himalayan mountains varying in height from 10,000 to 18,000 feet. The highest range visible, which bounds us on the north at a distance of about 6 miles, is of primary formation, and consists of granite and gneiss. Except when covered with snow, as it is during the greater part of the year, this range is quite bare, no soil resting upon its stony surfaces. The lower hills, immediately beneath and intervening between the main visible range and this station, are for the most part of sandstone of varying degrees of hardness, and are covered with soil and vegetation, chiefly Himalayan oaks, rhododendrons, and fir trees. The

valleys between these hills are rich in deep alluvial soil, largely mixed with pulverized stone. Through the sandstone hills, which are chiefly formed of rich red clay, overlaid with a vegetable mould, are numerous extensive veins of marble-veined limestone, and valuable seams of fine slate, and these stretch to the Kangra valley, below which at a radiating distance of about 10 miles is the local boundary point in that direction, of the present investigation.\*

The primary source of the water-supply is the main visible range, it finds its way to the valleys by streams, whose beds are cut out of, and seen in great numbers along, the slopes of the successive hills already referred to.

Amongst the native inhabitants of this district "goitre" abounds. The remark of Dr. Parkes in his Manual "that there is want of chemical analysis" in support of the hypothesis that there is no relation between the hardness of water and goitre, prompted me, with such unusual opportunities for making investigations in this important and interesting subject at hand, to analyze specimens of the drinking water obtained from this district within a radius of 10 miles.

The preliminary examination of the first 6 specimens gave negative results, when testing for organic matter, lime, magnesia, iron, &c., and the color, taste, and smell also indicated more than usual purity; with the object in view, I considered that these results dispensed with further examination except to determine the total hardness of each specimen. The preliminary examination of the last three specimens indicated a small amount of lime, confirmed afterwards by the soap test. The color, taste, and smell indicated purity of the specimens, and there was no re-action produced when testing for organic matter.

\* I have to thank the Rev. J. H. Hocking for some geological information concerning this district.

Table of Chemical Analysis of Water.

No.	Date.	Description.	Source.	Result.
1	1873. July 3	Snow water ...	From a distance of about 10000 feet above the sea-level.	= 1.73 gra. of total solids per gallon of Clark's scale.
2	" 3	Stream water ...	Collected in Bhagsoo ...	= 4.45 gra. ditto.
3	" 29	Ditto ...	Procured at Bhagsoo after filtration.	= 3.6 gra. ditto.
4	" 30	Ditto ...	From Soco, a village about 2,500 feet above the sea-level, and 7 miles distant.	= 5.25 gra. ditto.
5	" 30	Spring water ...	From a spring at Dhar, a village about 3,000 feet above the sea-level, and 5 miles distant.	= 2.8 gra. ditto.
6	" 30	Stream water...	From Chakoo, a village about 2,500 feet above the sea-level, and 6 miles distant.	= 6.30 gra. ditto.
7	Sept. 25	Spring water ...	From Grow, a village about 3 miles distant, and 3,000 feet above the sea-level.	= 13.3 gra. ditto.
8	"	Ditto ...	Ditto ...	= 9.1 gra. ditto.
9	"	Ditto ...	Ditto ...	= 10.5 gra. ditto.

I have also to submit the analyses of 100 cases of goitre, taken indiscriminately from amongst natives residing within a

radius of 10 miles from this place, with regard to the following points:—

## 1st.—Occupation.

Laborers	...	...	...	...	52
Shoe-makers	...	...	...	...	9
Musicians	...	...	...	...	9
Cloth-printers	...	...	...	...	6
Beggars	...	...	...	...	4
Glass-blowers	...	...	...	...	3
Bread-makers	...	...	...	...	3
Silvermiths	...	...	...	...	2
Merchants	...	...	...	...	2
No occupation	...	...	...	...	2
Policeman	...	...	...	...	1
Barber	...	...	...	...	1
Basket-maker	...	...	...	...	1
Carpenter	...	...	...	...	1
Overscorer	...	...	...	...	1
Butcher	...	...	...	...	1
Housewives*	...	...	...	...	2

100

2nd.—The average number of pulsations per minute of the 100 cases examined, arranged according to the following ages:—  
Between the ages of 7 and 10 there were 3 cases, and the average radial pulsation per minute was  $101\frac{1}{2}$ .

Between the ages of 11 and 20 there were 26 cases, and the average radial pulsation per minute was  $83\frac{1}{2}$ .

Between the ages of 21 and 30 there were 47 cases, and the average radial pulsation per minute was  $86\frac{1}{2}$ .

Between the ages of 31 and 40 there were 14 cases, and the average radial pulsation per minute was  $84\frac{1}{2}$ .

Between the ages of 41 and 50 there were 4 cases, and the average radial pulsation per minute was 84.

\* There were altogether 8 females, but when pursuing occupations, they were returned accordingly, in the list with the males.

Between the ages of 51 and 60 there were 4 cases, and the average radial pulsation per minute was 92.\*

Between the ages of 61 and 80 there were 2 cases, and the average radial pulsation per minute was 70.

3rd.—The time of life that the disease made its appearance.

In 30 cases it appeared during infancy and childhood.

In 42 cases it appeared between the ages of 10 and 20 years.

In 17 cases it appeared between the ages of 21 and 30 years.

In 6 cases it appeared between the ages of 31 and 40 years.

In 4 cases it appeared between the ages of 41 and 50 years.

In 1 case the time of appearance was not known.

4th.—Concerning the transmission of the disease from one parent, or both, to offspring.

(a). In 16 cases the parents, one or both, had been the subjects of goitre.

(b). In 9 of these cases the subjects were of dull intellect; in some cases approaching cretinism.

(c). In 4 of these the subjects were complete cretins. (In 2 of these cases it was stated that the mothers had very large goitres.)

(d). In 3 of these the subjects were not of dull intellect.

(e). There were 5 cases of dull intellect in which neither parent had suffered from goitre.

The results of the chemical analysis seem to strengthen the theory that it is not absolutely necessary for people to drink hard water before they can become affected with ordinary goitre; indeed, the extreme purity of some of the specimens examined, and which are and have been daily consumed by these goitrous people for years, leads one to conclude that the disease is not connected with the composition of the water at all.

The classification of the cases according to occupation shows an excess of the disease to occur amongst those whose daily

\* In one of these cases the pulse was 100, in another 92, per minute.

duties are most laborious; for we see 52 per cent. of the subjects of it to be laborers.

It will be well to define the term laborer or cooly as it is applied in this classification. His duties are either to carry heavy loads strung upon his shoulders and back, or in company with others, to carry for long distances in a dooly (an eastern conveyance borne by men) European passengers.

The laborer or cooly in this district is often employed in carrying and cutting stones, building walls, and cultivating land. I wish to mention the attitude that he assumes when engaged in any occupation of this kind. He is rarely seen in the erect posture unless conveying loads; all other duties he pursues in a position that is peculiar to eastern countries.

The soles of his feet rest upon the ground, and the *nates* are brought into close proximity to the heels, by the thighs being flexed on the body, and the calves of the legs being applied to the posterior surface of the thighs. In this position also the shoe-maker and other artisans pursue their work, for chairs and stools are never employed by them, even when at rest. With regard to the time of life that the disease usually appears, it will be seen that in 42 per cent. of the cases it first made its appearance between the ages of 10 and 20,—a period including the time of life when active labor is first pursued; also the era of life when the constitution receives the new impulse and modification of puberty. The time of life that I found next in order susceptible to the disease was the unresisting period of infancy and childhood.

It will be seen from the classification of the frequency of the arterial pulsation, that the average results of the cases registered according to age, invariably showed a marked excess in frequency. There is great difficulty in obtaining precise information from a native, but when it could be obtained, I always found that the subjects of goitre were liable to palpitation of the heart.

This associated condition I invariably found amongst Europeans here resident who were the subjects of ordinary goitre. As far as it goes, the last classification shows a tendency for a degenerate form of intellect to be present in the offspring of goitrous parents, and that cretinism does not exist except in the offspring of parents, who are the subjects of this disease. Before I venture to submit some conclusions and facts in support of them, based upon these investigations, I must mention the very universal frequency of this disease in hilly and mountainous districts. The purity of the water consumed by the inhabitants of this district amongst whom goitre has existed so long, and is daily reappearing, naturally leads one to conclude that the disease is not connected with the composition of the water at all. There is strong evidence in favor of the theory that ordinary goitre, like the exophthalmic variety, is entirely a circulatory disease, and that its tendency to occur is encouraged, and in some cases induced by the following conditions when the constitution is in a reduced state, and thus favorable to the invasion of this disease:—

1st.—Active occupation, necessarily so much more severe in hilly districts, seems to influence the production of this disease to a great extent, as is shown by its so frequent occurrence in those who lead a laborious life, or pursue active duties in a constrained position, and by the comparative immunity there is in those oppositely circumstanced, except they are in a relaxed and depressed state of health. The effects of violent exercise upon the circulation and blood-vessels generally are well-known, and it is only necessary, on this point, to refer to the relation of the thyroid gland to the large vessels of the heart, its remarkably large supply from them, and its dense capillary structure and consequent ready liability to enlargement from the dilatation of its vessels, under the conditions produced by violent and prolonged exercise.

2nd.—The effect of elevation from the sea-level, upon the circulation of people residing in high mountainous districts, seems to

be favorable to the production of goitre, and in some cases the chief cause of the disease; hence the more frequent occurrence of the disease in such districts. The frequent complaints of people after arriving from the plains at a high elevation, of palpitation, sense of giddiness, the frequent bleeding at the nose, and the invariable increase of the frequency of the pulse, are all symptoms which point to a diminution of force upon the balance of the circulation as the cause of them. Nor is the loss of balance difficult to account for, when we remember that at the sea-level there is a pressure of 15 lbs. on the square inch, and, calculating that the atmosphere reaches 45 miles around the earth, the loss of pressure resulting from this elevation would be equal to about 6.06 oz. *avoirdupois*, on the square inch, or a little more than one ounce loss of pressure on each square inch of the body per every thousand feet ascended. The pressure would be a little less, though, for this calculation, contrary to accepted facts, supposes the 45 miles of air to be of uniform density.

The increase of force the circulation would receive by the diminution of atmospheric pressure, resulting from ascent within the limits of a certain height, cannot then, I think, be denied. I will relate some cases in which the disease seems markedly to have been produced by residence in elevated locality alone.

Mrs. S——, in November 1866, went to reside in Mussoorie, a hill station of Bengal, between 6,000 and 7,000 feet above the sea-level, and remained there until November 1867. In the month of July 1867, during some slight indisposition, a goitre appeared; it was about the size of a large walnut. It did not increase in size at all, but continued that size until Mrs. S—— went down to the plains again. She remained in the plains until August 1873, and during the whole time no more enlargement of the gland was noticed by her. She visited this station in August 1873, and before she had resided here a month found that the gland was rapidly getting bigger. It is now (September 1873) the size of a small apple, and rather

painful. She is subject to attacks of intermittent fever; she is now free from the fever, but the pulse is 108 per minute, and she often suffers from palpitation. There is no exophthalmic appearance.

Mrs. B——, a sergeant's wife, states that in 1860, when she was aged 8 years, she went from the plains to Sanawur Lawrence Military Asylum, a sanitarium situated about 6,000 feet above the level of the sea. Before she had resided there a year, a small goitre appeared, and has remained the same size ever since. She herself says that she is quite well, the pulse is 100 per minute, and she often suffers from palpitation. There is no exophthalmic appearance. At this asylum every precaution was taken with the water, which was always boiled and filtered before use.

Juhar, laborer, aged 25 years, came from Grow to Dhurmala 1½ years ago; there is a difference in the height of about 3,000 feet between these places, the latter being the higher. After arriving he took to new employment much more laborious than that he had pursued below. After a residence of 6 months, the goitre first appeared.

Grousam, a beggar, aged 50 years, first came to this district from the plains 8 years ago: shortly after his arrival the goitre began to appear.

3rd.—The increased frequency of the circulation invariably noticed in the subjects of this disease is further evidence of its resulting chiefly from a more active force conveyed to the circulation and so to the thyroid gland, when the resistance necessary to overcome that force does not exist in it: in a similar way as in one subject aneurism takes place as the result of violent exercise, or from constrained positions, or, as in another, enlargement of the spleen, when subjected to a determination of blood, may take place.

4th.—The fact that the periods of life when this disease most frequently occurs, are those when the circulatory powers



are in their greatest activity is not, I think, of trivial import in support of the theory here submitted as the primary cause. There is the testimony too, that, when the forces upon the circulation resulting from violent exercise in hilly districts and residence at a great elevation from the sea-level appear to be the chief causes necessary for the production of this disease, those engaged in the more active life are the more subject to it, *viz.*, the male population; whilst in my experience concerning the occurrence of the disease in the plains, where it is of infinitely less frequent occurrence, the subjects more liable to it are females, whose constitutions are usually more relaxed and unresisting than those of males, and whose circulation, moreover, is subject to more variation of force, consequent upon the changing phenomena of menstruation and pregnancy.

5th.—If the conclusions arrived at, from these inquiries into a limited number of cases, hold good generally, the prevalence of this disease once recorded to have taken place in a prison at home, may have arisen not from the water that the prisoners drank, and which was blamed as the cause, but from the excessive exercise at the treadmill, or some other violent labor, and this, too, whilst the inmates were on prison rations.

In conclusion, and with regard to cretinism, the question naturally arises, whether it is found to be generated only in the offspring of goitrous parents, under which circumstances it has been invariably found to occur, amongst the subjects of it in the cases of goitre forming the subject of the present paper?

PUNJAB, INDIA; }  
November 1873. }

## ON SOME INDICATIONS

OF A

## DAILY PERIODICITY IN THE VITAL FUNCTIONS OF MAN.

BY JAMES FINLAYSON, M.D.

[Read before the Philosophical Society of Glasgow, December 3, 1873.]

PERIODICAL phenomena have long been favourite subjects of research on the part of physical philosophers, and in many instances—as, for example, in the daily periodicity of the Tides—a satisfactory explanation has been arrived at.

To the Physiologist, also, the idea of periodicity is no less familiar. The annual development of sexual activity in many of the lower animals, and the monthly recurrence of an analogous process in our own species, present well-known instances of a marked periodicity. The object of the present paper is to shew that a DAILY periodicity can also be traced in some of the most important functions of our economy, and that this daily oscillation is of such a character as to elude explanation by any of the obvious causes which have hitherto been suggested.

It is not necessary for the purpose of the present inquiry to define the exact significance of the phrase "Vital Functions." The phenomena about to be referred to in this paper are confessedly amongst the most important features of animal existence: they have been selected from others of perhaps equal importance, chiefly on account of their being susceptible of a satisfactory estimation and statement in a quantitative manner.

Before proceeding further, it should at once be mentioned that this subject has engaged the attention of Dr. Edward Smith. After communicating various papers to the Medico-Chirurgical and to the Royal Society, he summed up his results in a book, published in 1861, entitled, *Cyclical Changes*. In this work the "Daily Cycle," as he calls it, is considered in respect of the rate of Pulsation and Respiration, and the Excretion of Carbonic Acid and Urinary matter. The effect of fasting on these functions was also, to some extent, investigated. The results of Dr. Smith's laborious inquiry will be made use of in this paper; but since the date of his observations other investigations have been made; and while they confirm in large measure the results he arrived at, they correct some of his ideas, and seem to put the question on a more stable and somewhat different foundation. In this work Dr. Smith spoke of its being still a desideratum to determine experimentally the oscillations of temperature which occurred during the night and day in the human subject (p. 86), so that he could not incorporate in his book the results yielded by this method of inquiry.

The vast importance of the oscillation of the temperature, as expressing the resultant of the manifold operations going on in the human system, has of late years been more and more realised, and so we now possess very complete observations on this physiological point. A few years ago I had an opportunity of making a contribution to this part of the subject, as regards the diurnal variation of temperature observable in healthy children. The details of this inquiry, embracing about 300 observations, were communicated, in 1868, to the Medical Section of the Manchester Royal Institution, and they have since been published in full.\* The general result (as shewn in the Diagram No. 1) may be expressed as indicating the existence of a minimum from about 10 P.M. to 3 A.M., of a gradual rise during the early morning hours, of a maximum during the day, and of a tolerably rapid fall during the early part of the evening. The average range of temperature thus described amounted to more than three degrees of Fahrenheit's scale. This range of normal temperature was regarded as so considerable, and the diminution in the evening so remarkable, that at first some doubts were not unreasonably expressed regarding the correctness of these conclusions; but further investigation of the subject, on the part of others, has confirmed the results then published.†

\* "On the Normal Temperature in Children."—*Glasgow Medical Journal* Feb. 1869; also, in *Journal für Kinderkrankheiten*, Erlangen, June, 1869.

† "On the Temperature of the Human Body in Health," by Sydney Ringer,

If we compare the curve representing these observations on temperature with a curve from Dr. Smith's paper, derived from three days' observations of the pulse-rate in the case of a healthy child (et. 6), we find that the pulse-curve (Diagram No. 2), although apparently more subject to disturbing influences, indicates a general and essential agreement with the other.

In the case of adults, the variations of the temperature and of the pulse-rate present a less range of oscillation, and the adult pulse occupies a somewhat lower level; but the daily oscillations are essentially similar in character.\* I select for illustration the observations of Dr. Edward Smith on his own average pulse-rate (Diagram No. 4); the minimum observed by him during the hours immediately succeeding midnight is all the more instructive, as, during the three days of this inquiry, he was awake in the night as well as the day.†

The variations of the adult temperature might, in the present state of science, be illustrated by the laborious results of many inquirers, both English and foreign; but, for a special reason, the observations of Jürgensen,‡ which, indeed, agree in the main with those of other observers, seem to answer our present purpose best. These observations, like those in my own inquiry on children, were made in one of the internal cavities. They were, during the period of inquiry, exceedingly numerous, and the man while under observation remained in bed. The curve selected§ shews the variation of temperature in the course of a single day and night; and except that the range is somewhat less, and the period of the evening decline and the morning ascent somewhat later, the essential features are identical with the children's average, as shewn M.D., and the late Andrew Patrick Stuart.—*Proceedings of the Royal Society*, Feb. 11, 1869.

\* "Die normale Temperatur in Kindesalter," von Dr. C. Filz (*Sachr. f. Kinderheilk.* iv. 4, p. 414, 1871). Analysed in *Schnitzel's Jahrbücher*, bd. 152, p. 177; and *Biennial Retrospect of Medicine*, Lond. 1873, p. 39.

† Dr. Edward Smith describes four periods, viz.—"1st. The minimum period or 'night,' from 1 to 3 A.M.; 2nd. The maximum period or 'day,' from 9 A.M. to 9 P.M.; 3rd. The 'morning,' ascent, from 5 to 10 A.M.; and, 4th. The 'evening' descent, from 9 P.M. to 1 A.M."—*Medico-Chirurgical Transactions*, vol. xxxix., p. 42, Lond. 1856.

‡ Dr. Edward Smith—*Cyclical Changes*, Lond. 1861, pp. 6 and 99.

§ Dr. Theod. Jürgensen.—*Deutsches Archiv f. klinische Medizin*, bd. iii. Leipz. 1867. Reprinted; *Die Körperwärme des gesunden Menschen*. Leipzig, 1873.

¶ Mas, et. 42, Sept. 21, compiled from Tab. IV. and V. of Jürgensen's paper, already referred to.

in the other diagram. Disregarding, for our present purposes, the comparatively slight variations of the temperature during the day, we may again express the result, as shewing a minimum after midnight, a rise in the morning, a maximum during the day, and a decline in the evening. (Diagram No. 3.)

Leaving the temperature, and turning to one of the most important excretions, we find that the amount of urinary solids, when tabulated for the various hours of the day, shews an essentially similar variation. Dr. William Roberts\* of Manchester has, amongst others, investigated this question; and although there is an inevitable slumping of the rate of secretion during the hours of sleep, his results, when reduced to the form of a curve (Diagram No. 5), are valuable for this inquiry. The description of the daily oscillation need not be repeated, as, indeed, the language just used with regard to the pulse and temperature adequately expresses it.

Dr. Edward Smith's investigation† of the excretion of urea at different hours of the day, agrees essentially with these results; and even when the diet was restricted to water only, without food of any kind, the usual daily range preserved its former character.

We thus find in three sets of phenomena, which are perhaps among the most important that belong to the animal economy—the Pulse, the Temperature, and the Urinary excretion—a well-marked daily range of variation. It starts from a minimum maintained from about midnight to the first few hours after it; rising gradually during the later hours of the morning, or in the course of the forenoon, it attains the maximum or maxima at some time during the course of the day, and declines again in the early evening, or at least before midnight. It is no part of our present purpose to discuss the interconnection of these functions, or to inquire which, if any, should be regarded as the primary phenomenon. We do not err in supposing that the various oscil-

\* *Edinburgh Medical Journal*, March, 1860; also, *Urinary and Renal Diseases*, 2nd ed., Lond. 1872, p. 21. Average of seven days; solid matter calculated from specific gravity, taken with the specific gravity bottle.

† "The average hourly emission of urea was, on the whole day, 21.7 grains; during the night, 16.5 grains; before breakfast, 20.3 grains; and before mid-day, 25.5 grains. The decrease of the night was 24, and of the early morning, or 'basal quantity,' 9.4 per cent., whilst the increase to mid-day was 17.4 per cent."

Water taken several times during a day of fasting caused the same hourly progression in the elimination of urea and uric acid as occurs with food, except that the changes were more rapid and the decrease at the end of the intervals greater.—Dr. Edward Smith on the "Elimination of Urea and Urinary Matter," *Proceedings of the Royal Society*, May 30, 1861, vol. xi., p. 216.

lations noticed are all manifestations of certain deep-seated changes in the human organism, occurring day by day in a rhythmical manner.

But it may occur to many that the explanation of all this lies on the surface. For, it may be said, the period of darkness bringing rest and sleep, reduces the animal functions to a minimum; the stimulation of the light and heat of a new day arouses the energies, and calls us forth to muscular exertion; the morning meal further heightens the play of the internal forces, and leads up to the maximum reached or maintained during the day; but this naturally begins to fade away as the chill and rest of another evening ushers in again our nightly sleep.

It remains now to point out that this explanation breaks down so completely, when analysed in detail, as to appear to be wholly untenable.

Of course, it is not asserted that the agencies just named have no influence on the course and activity of the vital functions. The influence of food-taking on the pulse-rate is most marked, and the accelerations thus caused are clearly shown, as causing more or less disturbance, in the curves already referred to. The effect of muscular exercise on the animal heat is well known to all, and the rise of temperature produced in this way can be easily demonstrated by the thermometer. The amount of the urinary excretion (both fluid and solid) has been proved to depend more on the ingesta than on anything else. A careful survey, however, of these influences will shew that, potent though they are, they are totally inadequate to explain the periodical morning rise and evening fall already described.

1. The influence of the *Diurnal range in the temperature of the air* may at once be disposed of, when we find that in the extended observations of Dr. John Davy, on the heat of his body in this country, the temperature of his room was much higher at midnight than in the morning; but this did not prevent the usual decline of his own temperature in the course of the evening.\*

2. The influence of *Daylight* has seemed to Dr. Edward Smith and others to coincide with and to account for the increased energy of the vital functions in the morning hours. This, however, has been satisfactorily disposed of by Dr. William Ogle. During one

\* Dr. John Davy, *Physiological Researches*. London, 1863, p. 14:—

Average	7-8 A.M.	2-4 P.M.	11 P.M.
Temperature of Body, . . .	98° 74 F.	98° 32 F.	97° 92 F.
Temperature of Room, . . .	50° 0	54° 7	62°

part of the observations published by him on his own temperature, he arranged to have his window shutters closely fastened, so as to exclude the action of this agency. This step, however, did not interfere with the rise of the temperature of the body at the usual hour in the morning.\*

3. The influence of *Muscular exertion*, if not abolished, was reduced to a minimum by having the subjects of observation kept all day in bed, in at least some of the cases recorded in my paper on the temperature of children,† a restriction likewise carried out in those observations on the temperature of adults, already quoted from Jürgensen. But the course of the temperature, under such circumstances, proceeded as usual.

A further confirmation of the increased vital activity in the morning, independent of any disturbance from food or exercise, is incidentally supplied in the details of an experimental inquiry recently communicated by Dr. Parkes to the Royal Society. It was found, contrary to expectation, that, although the subject of observation was kept absolutely in bed and without fluids or solids of any kind till 10 A.M., the quantity of urine secreted from 8 to 10 always exceeded that secreted during the two preceding hours (6 to 8).‡

4. The influence of *Food* over this daily periodicity can scarcely be regarded as very potent, inasmuch as in the observations on children, already referred to, the temperature was found to fall rapidly after the evening meal, and then, reaching the minimum, to rise slowly, and to gain a very high standard before any more food was taken.

Additional confirmation is supplied by finding, as Jürgensen did, that during complete abstinence from food the daily course of the

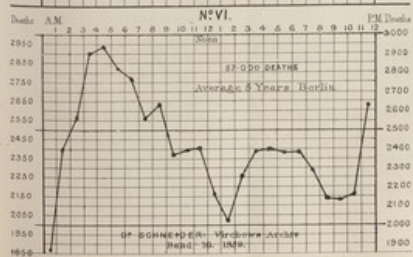
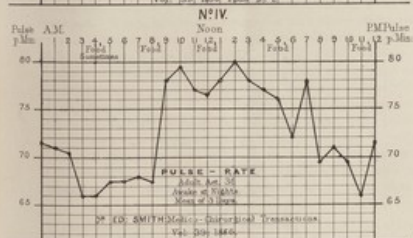
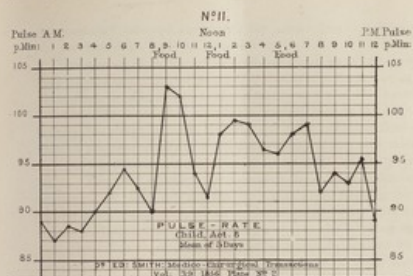
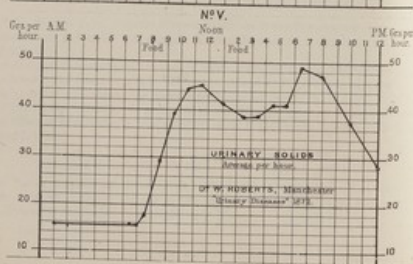
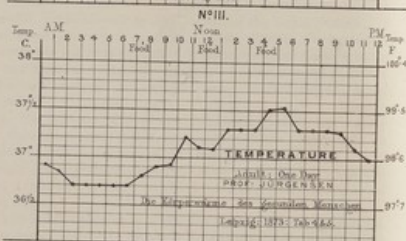
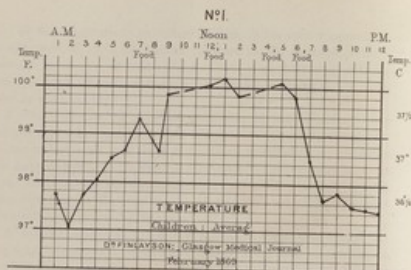
\* Dr. William Ogle, "On the Diurnal Variations in the Temperature of the Human Body in Health."—*St. George's Hospital Reports*, vol. I. London, 1866, pp. 229, 242.

† *Glasgow Medical Journal*, February, 1869.—Table XIII. For two days the child was in bed (and had been so for some time), and for the next two days she was up and moving about; the range of temperature was similar.

‡ Dr. Parkes, "Further Experiments on the Effect of Diet and Exercise on the Elimination of Nitrogen."—*Proceedings of the Royal Society*, March 2, 1871, pp. 351, 352.

	6-9 A.M.	8-10 A.M.
Amount of Urine in Cub. Centim., . . . . .	71.65	100.4

Dr. Parkes supposed the difference to be due to the influence of sleep, as the man slept from 6 to 8, but lay in bed awake from 8 to 10. This will be considered in the section (5) on sleep.



temperature\* followed very much the same curve as it did during the previous days, with the usual diet.†

The duration of such starvation observations must of course be very limited in the human subject, so that it is perhaps fair, in this connection, to adduce the experimental researches of M. Chossat on animals. He found that starvation, pushed even to the length of causing the death of birds, did not, till quite near the fatal day, prevent the temperature of the animals from rallying each morning to near its normal amount from the depression of the previous night. The effect of starvation increased the amount of the usual depression at night, so that the daily rise every morning became all the more remarkable, as an evidence of its being due, under ordinary circumstances, to something else than the morning meal.‡

5. The influence of *Sleep* has been supposed to account for the difference between the average hourly quantity of urine secreted during the night and that secreted in the waking state, before breakfast. When, however, we consider that observations shew a gradual increase in the temperature and pulse-rate during the morning hours of sleep, it seems very doubtful whether this opinion can stand its ground. In the case both of the pulse and of the temperature (which are more within the reach of hourly observation), the diminution is seen to begin long before sleep occurs; and, in Dr. Edward Smith's observations on himself, the pulse-rate went down and kept down during the night, although he was then awake and engaged in making his hourly notes. The gradual rise of the temperature and the pulse-rate during sleep (as shown in the observations on children, already quoted), taken along with the

\* The observations were made on the same subject, as in the case of Diagram No. 3, and took place on the following day, viz., September 22. (See Tables V. and VI. of Jürgensen's paper.)

† See also Dr. Edward Smith, *Med. Chir. Trans.*, vol. xxxix., p. 40.—Speaking of the pulse-rate during fasting, he says—"There was a manifest disposition in the pulse to rise at the customary hours of its rising, although in the absence of any usual cause for that rise. This was at the usual meal hours, as seen in every case."

Dr. Sydney Ringer's experiments seem to have negated the idea of the diurnal variations being due to the food eaten.—*Proc. Royal Soc.*, February 11, 1869.

‡ M. Chossat, *Recherches Expérimentales sur l'Inanition*. Paris, 1843.

Tab. No. 63	} Ordinary diet.—Average temperature of the Birds, . . . . .	Mid-Day.	Mid-Night.
		42°-22 C.	41°-48 C.
Tab. No. 69 and 72.	} Complete abstinence.—Average, omitting the last day of 15h. . . . .	41°-20 C.	38°-42 C.

above facts, seems to negative conclusively the influence of sleep as the cause of these periodical phenomena.\*

A critical examination of the potent influences just enumerated seems to leave the periodicity in question unexplained, and, indeed, to bring out, in even greater relief, the rhythmical rise and fall of the vital functions day after day.

But there is another way to judge of this matter, viz.—not by the exaltation and diminution of the vital energies, but by their cessation. The question of the influence of the time of day in relation to Death has long engaged both popular and professional attention, and it has now been put on a satisfactory basis by the researches of Dr. Schneider and others on the Continent, and of Mr. West Watson in this country. Dr. Schneider tabulated the deaths in Berlin for five years, representing some 57,000 cases, and Mr. Watson tabulated 13,000 deaths, occurring in Glasgow in 1865, according to the hour at which they were reported as having taken place.

A striking feature in both tables, but one which seems, if we might so say, quite accidental in its character, is the high number of deaths recorded for 11 to 12 P.M., and the equally striking paucity for the succeeding hour, 12 P.M. to 1 A.M. When, however, these two sets of figures are put together, they mutually destroy the exceptional character given to the two hours in question.

Doubtless the explanation lies not in any special difference as regards the occurrence of deaths at the one hour, as compared with the other (a difference which seems altogether too abrupt and artificial to be in accordance with the gradual methods of nature), but in the difficulty arising from these two hours forming the border line of two separate days. The natural tendency is to avoid, if possible, the uncertainty and ambiguity which attaches (in this country at least) to speaking of an occurrence as happening, for example, at a quarter-past twelve this morning. The determination of the exact time of death is usually so much surrounded by uncertainties, from scientific, chronometric, and emotional causes, as to leave great room for variation to the extent of half an hour one way or another.

Ignoring, therefore, this sudden discrepancy between the last and

\* v. Baeresprung (whose accuracy is well known) seems also to have arrived at this conclusion. The influence of dinner and sleep is, he says, only apparent. The temperature sinks, although we do not go to sleep, and sleeping during the day does not alter it. It rises at dinner-time, although the hour of eating is put off.—*Müller's Archiv*. Berlin, 1851, p. 163.

the first hour of the day, as attributable rather to moral causes than indicative of any actual fact, we find that the death curve (Diagram No. 6), shows an unmistakable maximum, gradually reached and consistently maintained, from 3 to 9 A.M., according to Schneider, and from 4 to 10 A.M., according to Watson.\*

This maximum, indeed, is the only other peculiarity of much note. The period named, however, has been shewn to form a critical epoch in the various curves already discussed, being, in fact, the time of transition from the minimum of depression to the morning rise, which ushers in the period of maximum vitality. Hence we may either say, that the period of minimum vital energy, which exists during the first few hours after midnight, being deepened and perhaps prolonged, coincides with the summit of the death curve;† or, phrasing it otherwise, that the time having arrived for a fresh rallying of the vital energies for a new day, the dying are found to be unable to respond to the call, and so they perish in greatest numbers at the very hours in which the living are manifesting in every way a renewed vigour.

I might conclude with this crowning proof of the periodical influence at work in our daily life, but I venture to make a suggestion which, apart from any value it may possess as an explanation of the physiological cause of the phenomena, may serve at least to indicate the direction for further research.

It has occurred to many that in these periodical phenomena we have to do with a question of Habit. We are all familiar with the influence of Habit as connected with tendencies at certain hours to hunger and sleep. The influence of Habit in this respect is readily shewn by the changes which become developed from alterations in the hours of our daily meals and our nightly rest. It might be supposed that if this were the explanation, the periodical tendency would be slowly acquired, and would be developed in greatest force in later life. If, as seems fair, we may judge of the whole question from the temperature, it must be admitted that the periodical or daily range is greater, and is indeed better marked, in youth than

\* Dr. C. F. Schneider, *Ein Beitrag zur Ermittlung der Sterblichkeits-Verhältnisse in Berlin nach der Tageszeit*. *Vierteljahrsschrift*, vol. 16. Berlin, 1859. William West Watson, *Report upon the Vital, Social, and Economical Statistics of Glasgow for 1865*. Glasgow, 1866, Part I, p. 20.

† Dr. Murchison recognises this as one of the many dangers of Fever; and in his directions regarding food and stimulants, he says, "For it is usually in the early morning that the vital processes are at the lowest ebb."—*Treatise on Continued Fevers*, 2nd ed. London, 1873, p. 290.

in middle or later life. In the newly-born the daily range of temperature is certainly not yet established;\* but the condition of such young infants differs so much from those of older children, that a diversity in this respect is but natural. It remains, however, for future inquiry to determine about what age the daily periodicity begins to manifest itself; and a study of the first eighteen or twenty months of life would be useful in this respect.

The question of Habit would be further elucidated by researches in the case of those whose occupations lead them to reverse, as it were, their days and nights; but I am not aware of any observations bearing on this point having been made.

It has been found that starvation, pushed the length of death, affected the degree, but did not alter the character of the daily range of temperature in the case of birds. It has also been found that a diet of water for a single day in the human subject left the excretion of urea to follow very much its usual periodical course; that quiescence from confinement to bed, that exclusion of the morning sunlight, and that absolute abstinence from food and drink for a limited time, left the daily curve of temperature but little affected; and, in like manner, that remaining awake for two or three nights did not prevent the pulse-rate from falling, as usual, at the midnight hours. But if, instead of these conditions being temporarily disturbed, certain combinations of them were systematically reversed in the daily life, the results might be very different. It is to be feared, however, that the habits of few night-workers are so completely and continuously reversed, with regard to day and night, as to afford a perfectly fair comparison in this respect. It may be stated, however, on the weighty authority of Professor Wunderlich, that the influence of Habit on the daily temperature is so potent, that even in the disturbances of febrile disease, a certain reversal of the usual daily range of the febrile temperature can sometimes be ascribed to the patients' occupation leading them to sleep by day and work by night.†

\* v. Baerensprung gives the following average.—*Müller's Archiv*. Berlin, 1851, p. 162:—

	Morning.	Afternoon.	Evening.
Newly born, . . . . .	29°-32 R.	30°-34 R.	30°-30 R.
Older Children, . . . . .	29°-30	30°-40	29°-70

† Dr. C. A. Wunderlich, *On the Temperature in Diseases*. Translation. London, 1871. "Yet we meet with cases in which, without affecting the results, the daily fluctuations are misplaced (as regards the time of their occurrence), throughout a considerable period, or even through the whole course of a re-

curring to the question of Habit as affecting children, it may perhaps be questioned whether their exceeding susceptibility in this respect may not counterbalance the limited duration of the operation of Habit in their case. The power of Habit, like the tendency to Imitation, is well known to have a marvellous influence over the young. But in view of the increasing importance attributed in recent times to the transmission of Habits, and of functional and organic peculiarities from generation to generation,\* it may be held for certain that the child does not come into the world with all its Habits to be acquired.

The orderly succession of Day and Night, inviting the human organism, in the most natural and varied manner, to alternations of energy and repose during countless generations, may well predispose the vital powers of the infant constitution to assume a daily periodical rhythm when once it begins to enter on a more separate existence than can be accorded to the utter dependence of the newly-born.

We may thus—through complex agencies and the subtle influence of Habit, whether hereditary or acquired—connect, as seems most meet, our daily period of depression with the darkness and repose of night, and the daily revival of our vital powers with the "glorious birth" of each new day.

mittent fever (in typhoid fever or in influenza, for instance), the exacerbations occurring in the morning, and the remissions in the evening—individual peculiarities which at least sometimes result from the habits and mode of life of the patient—when, during health, they have slept by day and worked by night (as bakers do, for example)," pp. 235, 236.

\* See Dr. Carpenter's *Physiology*, 7th ed. London, 1869, pp. 800-864, and footnotes; also, especially Dr. Carpenter's three articles in the *Contemporary Review*: "On the Hereditary Transmission of Psychological Habits," January, April, and May, 1873. The following sentence, quoted at p. 783, from Mr. Darwin, regarding *Winkley*, indicates the tenor of the argument so far as concerns our present purpose:—"And, from what we know of inheritance, there is nothing improbable in the transmission of a habit to the offspring at an earlier age than that at which it was first acquired by the parents."



*D. Parkes.  
With the Author's kind  
regards.*

THE  
DAILY RANGE OF NORMAL TEMPERATURE  
IN INDIA.

WITH  
PRACTICAL REMARKS ON CLINICAL THERMOMETRY.

---

By ALEXANDER CROMBIE, M.D., EDINB.  
OFFICIATING PROFESSOR OF MATERIA MEDICA AND CLINICAL MEDICINE,  
MEDICAL COLLEGE, CALCUTTA;  
EX-OFFICIO SECOND PHYSICIAN, MEDICAL COLLEGE HOSPITAL;  
LATE RESIDENT SURGEON, MEDICAL COLLEGE HOSPITAL, CALCUTTA.

---

[Reprinted from "The Indian Annals of Medical Science," No. XXXII.]

---

CALCUTTA:  
PRINTED BY THACKER, SPINK AND CO.  
1874.

THE DAILY RANGE  
OF  
NORMAL TEMPERATURE IN INDIA.  
WITH  
PRACTICAL REMARKS ON CLINICAL THERMOMETRY.

By ALEXANDER CROMBIE, M.D., EDINB.,  
RESIDENT SURGEON, MEDICAL COLLEGE HOSPITAL, CALCUTTA.

"Let us have God's truth in the measurements, Mr. Stirling."—JOHN GOODRICH.

THE necessity for having precise ideas on the subject of the daily fluctuations of the temperature of the healthy human body need not be insisted upon. Not only must all our conclusions drawn from observations of the temperature of the sick be based upon our conceptions of the limits of the daily range of temperature in the healthy, but those who are liable to be imposed upon by malingerers, whether in regimental or jail work, as well as those who hold the responsible appointments of medical advisers to Insurance Offices, find the thermometer to be the most constantly useful, and most trustworthy of all the aids to diagnosis with which science has ever enriched the Art of Physic; but that it loses a great part of its value, as an instrument of precision, for lack of a knowledge of the data that are essential for its use,—namely, the influences which climate, period of the day, exercise, sleep, race, age, sex, &c., exercise in causing deviations from the normal standard.

In the following paper I hope to contribute towards such a knowledge. My observations, which exceed 1,500 in number,

have been chiefly made on my own person, and have been carried on continuously since my arrival in India in July 1872, at Dacca, and in Calcutta. Following the example of Davy, W. Ogle, Rattray, Clifford Allbutt, and others, they have been made by placing the bulb of a delicate, self-registering, and certificated thermometer under the tongue, and my object has especially been to establish the effect which a climate like that of Lower Bengal has on the body-temperature of Europeans resident in it; but I have also made a considerable number of comparative observations on natives, which are now sufficiently numerous to warrant their publication.

The advantage of auto-thermometry over the method that might have been followed of taking the temperature of others, is the uncertainty with regard to the absolute healthiness of the subject of the observations when the latter method is adopted. Physiological observations of this kind are comparatively of little value, unless it can be shown, not only that the individuals were apparently healthy at the time, but that they continued to be so for some time afterwards. The subjects of approaching illness are not eligible for such a purpose. The possible fallacy of auto-physiological thermometry lies in the idiosyncrasies of individuals; for the subject of the experiment, though in a state of perfect health, may yet offer an exception to the general rule in respect of his temperature. In anticipation of this objection, I have from time to time compared my own temperature with that of healthy Europeans living under the same circumstances, with the result of finding a variation, sometimes on one side, and sometimes on the other, but no greater than that which my own temperature exhibits from day to day. I can therefore, I think, hold out the following figures as representing the average temperatures of Europeans in this part of India.

As regards the method of taking temperatures, I have selected the cavity of the mouth for several reasons, but chiefly that my observations may be at once and readily comparable with those

of European observers who have used the thermometer in the same way. The advantages of this method, for physiological researches of this kind, are obvious. A thermometer placed under the tongue does not interfere with one's round of occupations. The hands are left free to read or write, the posture of the body is unrestrained, and it is not necessary to undress—conditions which are not fulfilled when either of the other two situations usually chosen for thermometrical observations are selected. For clinical purposes, however, the mouth has certain disadvantages, inasmuch as many persons experience some difficulty in keeping the thermometer in position under the tongue, and in breathing entirely through the nose with the mouth shut for 10 minutes at a time; and in cases of severe illness, it is often quite impossible to take temperatures in this manner, especially in the last agonies of dying patients. The rectum, on the other hand, will never become the approved situation for thermometric observation when regard is paid to natural delicacy of feeling. This remark applies as much in the case of male as of female patients. The axilla, with all its disadvantages, has accordingly come to be regarded by the common consent of the profession as practically the best situation for the use of the thermometer in bedside observations of temperature. Observations made in this situation are, however, open to great fallacy, unless certain precautions, which it may not be out of place here to recapitulate, are rigorously carried out.

In this, as in the other situations, it is essentially necessary to have a trustworthy thermometer. No thermometer should be used which is not accompanied by a certificate from Kew Observatory, showing the corrections to be applied to the Scale Readings, as determined by comparison with the standard instruments that are kept there. Instruments so certificated can be had for a very trifling extra-price; and without such a certificate, no certainty can be entertained that the readings are, even within reasonably wide limits, approximately correct. A non-

certificated thermometer, which I recently saw in use, indicated collapse-temperatures in every case in which it was tried; the highest reading it showed being 96° Fah. It has been said that it is only necessary to have one certificated thermometer, and that others may be compared with it as a standard. But this will not be found to be such an easy matter as might be supposed, and the difference in price is so small, that there is no object in purchasing an instrument which has not been tested at the Government Observatory.

In physiological observations more than this is necessary. The glass of the bulb of recently-made thermometers undergoes a molecular change in the course of the first year or eighteen months, in consequence of which its cavity becomes contracted, and the contained fluid is displaced up the tube of the instrument, which consequently reads too high. It is therefore necessary, when our observations refer to tenths of degrees, to have a thermometer re-tested after it has been about a year in use, and the later readings recorrected in accordance with the changed position of the mercury. This was kindly done for me, in the case of my own thermometers, at the Office of the Mathematical Instrument-maker to Government in Calcutta. I am therefore able to state that the temperatures I have recorded are, as far as this goes, as nearly as possible absolutely correct.

In clinical observation so great exactitude is not required, because, such observations are at the best only approximately true on account of the hourly fluctuations of temperature in sick persons, and their value in diagnosis and prognosis is relative to a very great extent; and if the same thermometer is always used for the same patient, an error in reading of  $\frac{1}{10}$  or  $\frac{2}{10}$  of a degree, which would be fatal to a physiological observation, is of little moment to the practical physician in most cases. I believe, however, that as our knowledge of normal temperature, and of the causes which influence it, becomes more precise, a call will be made for increased precision in our instruments for detecting

deviations from it especially by jail and regimental medical officers, and the medical advisers of Insurance Offices, with whom an error in reading of half a degree might make all the difference in a doubtful case, and give rise to a wrong decision. I will be able to show in the sequel that the slightest departure from perfect health was in my own instance accompanied always by a distinct deviation from the normal curve of temperature; and though not amounting to more than  $\frac{1}{10}$  or  $\frac{2}{10}$  of a degree Fahrenheit, was yet characteristically different; and the days on which these slight, almost insignificant, departures from health occurred, can be picked out at a glance in the midst of a series of daily temperatures graphically delineated.

Only self-registering thermometers should be used. The difficulty of reading thermometers *in situ*, in badly lighted wards, must have been experienced by everyone who has had to use non-registering instruments; not to speak of the increased risk which their use involves to the physician in infectious cases.

The great fallacy of records of axillary temperatures has, however, always been considered to depend on the length of time required to obtain even approximately correct readings in that situation. The time stated on Clifford Allbutt's thermometer-cases to be required for this purpose (three minutes) is altogether inadequate. I have seen the mercury rise 1.5° after the thermometer had been for three minutes carefully retained in the axilla. The length of time actually required to obtain an accurate reading in the axilla varies with circumstances, and I have found it to lie between 5 and 20 minutes in a series of observations which I made for the purpose of satisfying my mind on this point. The variation depends on the fact that the axilla itself only *gradually* attains the temperature of the blood, when it is temporarily converted into a closed cavity by bringing the arm down by the side; and the slow rise of the thermometer marks this gradual warming of the skin, which had been previously cooled down by exposure to the air and evaporation from its surface. If, there-

fore, the axilla be kept closed for some time before the observation is begun, a much shorter time will be required for the mercury to become stationary, than if the individual were previously lying with his arms stretched out. From the following table, in which these observations are detailed, it will be seen that the time required to obtain *approximately* correct readings of the thermometer in the axilla has nevertheless been over-estimated, and that if the thermometer be retained for 10 minutes, results almost absolutely accurate will on an average be obtained. The average rise after 10 minutes (9153° Fah.) is very trifling and of no importance practically:—

Table (A) showing 18 Observations of Axillary Temperature with the Readings at 3, 5, and 10 minutes respectively.

Number.	Reading at 3 mins.	Reading at 5 mins.	Reading at 10 mins.	Ultimate reading.	Rise after 3 mins.	Rise after 5 mins.	Rise after 10 mins.	Maximum reached in
1	99.0	...	...	99.7	0.7	...	...	15 mins.
2	99.1	99.3	99.6	99.7	0.6	0.4	0.1	20 "
3	98.3	98.9	99.4	99.8	1.5	0.9	0.4	20 "
4	99.0	99.5	99.8	100.0	1.0	0.5	0.2	15 "
5	97.4	97.8	98.2	98.3	0.9	0.5	0.1	15 "
6	99.2	99.8	100.1	100.1	0.9	0.3	0.0	10 "
7	...	98.5	98.6	98.6	...	0.1	0.0	8 "
8	...	98.4	98.7	99.1	...	0.7	0.4	20 "
9	97.8	98.1	98.4	98.4	0.6	0.3	0.0	10 "
10	...	99.1	99.2	99.2	...	0.1	0.0	10 "
11	...	98.7	98.8	99.0	...	0.3	0.2	20 "
12	99.3	99.6	99.8	100.1	0.8	0.5	0.3	15 "
13	98.5	98.9	99.1	99.4	0.9	0.5	0.3	25 "
14	102.2	102.4	102.7	103.2	1.0	0.8	0.5	18 "
15	102.7	103.0	103.1	103.1	0.4	0.1	0.0	10 "
16	101.6	101.9	102.2	102.3	0.7	0.4	0.1	15 "
17	103.0	103.2	103.2	103.2	0.2	0.0	0.0	5 "
18	103.8	104.0	104.2	104.2	0.4	0.2	0.0	10 "
Mean rise after 3, 5, and 10 minutes	...	...	...	...	0.757	0.388	0.133	

From these figures it is evident that no reliance can be placed upon an observation of temperature in the axilla, if the thermo-

meter is not retained for more than three minutes. Although the mean error of the reading at that period was only three quarters of a degree, an error to the extent of a degree and a half is possible, and in six out of fourteen experiments the error may be said to have been a degree or upwards (Nos. 3, 4, 5, 6, 13, and 14). No opinion is warrantable on such an observation, regarding the health of an individual, except when the temperature after that interval is manifestly abnormal, as in the last five of the series, when other obvious conditions of ill-health will always be present, making the thermometer merely a measurer of the amount of pyrexia, and not an aid to its detection. But in the case of a person wishing to have his life insured, or of a suspected malingeringer, a very erroneous opinion might be formed from an observation so made. For instance, a thermometer placed for three minutes in the axilla of a sepoy or prisoner of bad character, might show a temperature of 99.5° (which, as we shall see, cannot be considered an unusual axillary temperature in natives at certain periods of the day), and the man, on the strength of that observation and a bad reputation, and in the absence of positive symptoms of sickness, might be returned to his duties, or reported as a malingeringer; whereas, if the thermometer had been kept in position till the mercury became stationary, an ultimate reading of 100.5°, or even 101.0° might have been reached, indicating a certain amount of fever, and entitling the man to reception into hospital.

The same remarks are applicable to readings taken at the end of five minutes. Though the mean error is reduced to 0.388°, an error of  $\frac{1}{10}$ °,  $\frac{1}{10}$ °, and  $\frac{1}{10}$ ° is still possible, rendering the result too uncertain for practical purposes, such as those in which the aid of the thermometer is called into requisition for the detection of slight illness not betrayed by general symptoms.

But to observations made at the end of 10 minutes no reasonable objection can be raised. The mean error of the

observations is now reduced to  $0.153^{\circ}$ , and in seven out of seventeen instances there was no error at all, the mercury having become stationary at, or before, the termination of that interval; and the greatest error was  $0.5^{\circ}$  Fah. Now, when the initial errors of thermometers, the constant fluctuation of temperature in the sick, and the variations which the range of normal temperature exhibits from day to day, are taken into account, it becomes evident that errors in observation not amounting to  $\frac{1}{8}$  of a degree, and generally very much less (in 11 out of the 17 observations the error was not more than  $\frac{1}{8}$ ), are practically of no importance; and the practitioner may consider that, to all intents and purposes, he has obtained the true axillary temperature if he retains the thermometer in that situation for 10 minutes only.

I consider that the establishment of this fact is a matter of very great practical importance. The time generally stated to be required to obtain the true axillary temperature is 20 to 25 minutes, and this is probably perfectly true in cooler countries than this, where the influences that act in lowering the temperature of the axilla are at a minimum; where the temperature of the atmosphere and of the thermometer itself is seldom more than 10 to 20 degrees lower than that of the blood, and often much less; and where the amount of moisture in the air is sometimes such that evaporation from the surface is *nil*. I have no doubt that these are the conditions which have made my results differ from those of European observers, as quoted in our text-books. We, in India, apply our thermometers to surfaces that have not been cooled down to so great an extent as they are in England, and consequently they attain to blood-heat in a shorter time. The practical bearing of this fact is very important, because many men, who have neither leisure nor patience to keep a thermometer in the axilla for 20 minutes, especially if they have many temperatures to take, and have hitherto been

content with rudely approximate results obtained at the end of three or five minutes, will now gladly sacrifice 10 minutes to gain the assurance that the result is practically accurate, provided their instrument is trustworthy and the other conditions are fulfilled.

It thus appears that the greatest objection to the axilla as a situation for taking temperatures has hitherto been overrated, as far as we are concerned, in India. I have no doubt that if the precaution be taken of keeping the arm by the side for some minutes before the thermometer is placed in the axilla, and of warming the thermometer in the hand before putting it into position, *perfectly accurate observations may be made at the end of 10 minutes*. The only other conditions required to render the observations accurate are, to have the bulb of the thermometer well placed against the floor of the axilla, with its other extremity directed forwards, so that it can be seen, and its position watched; while the arm of the patient is brought forward on the side, and the forearm laid across the pit of the stomach. In very thin subjects it is necessary to hold the arm, and to press its flaccid muscles against the side; otherwise the bulb of the thermometer is liable to be exposed; and in all cases it is necessary to see that no clothing intervenes between the bulb and the skin.

The temperature of the mouth is almost invariably higher than that of the axilla. In 15 observations made simultaneously in the two situations, the mean difference of temperature was found to be only  $0.24^{\circ}$  Fah., and in seven the difference was not more than  $\frac{1}{2}$  of a degree, and the range of difference was from  $0.0^{\circ}$  to  $0.5^{\circ}$ . The rectum, on the other hand, is uniformly higher in temperature than the mouth; the mean difference of 35 simultaneous observations of the temperature of both cavities being  $0.4^{\circ}$ , and the range of difference was from  $0.1^{\circ}$  to  $0.9^{\circ}$ . The temperature of the rectum may therefore

be said to be  $0.64^{\circ}$  higher than that of the axilla in healthy Europeans in India, and that of the mouth to occupy an intermediate position between them. Of seven similar observations made on natives, I found the mean difference to be  $0.657^{\circ}$ , or practically the same. In this respect my results are identical with those of observers in England.

In recording these figures I think it right to enforce my opinion, that *statements of means are very misleading, unless the possible variation from the means be insisted upon and remembered.* Thus, in stating that the mean difference between the temperatures of the rectum and axilla is  $0.64^{\circ}$ , it is necessary to bear in mind in practice that the difference may be as great as  $1.2^{\circ}$  (the greatest difference I have found in health), and that consequently it cannot justly be considered abnormal till it exceeds a degree and-a-half.

With regard to the time required to complete an observation in the mouth and rectum, I have found it not to exceed 8 to 10 minutes in the former, and two and-a-half to five minutes in the latter, situation. It is on account of the short time required in the latter that it has been selected for the purpose of clinical observation by some practitioners: but the fact, which I have shown, that practically accurate results can be obtained in the axilla in 10 minutes, will, I think, be sufficient to make most people discard such an objectionable method of using the thermometer.\*

\* These results agree practically with those obtained by Bismler (quoted in the Syd. Soc. Bism. Retrospect for 1869-70 at page 49). He gives the following as the time required for the three positions:—

Rectum,	from 3 to 6 minutes,
Mouth	" 9 to 11 "
Axilla	" 11 to 24 "

#### THE MEAN TEMPERATURE IN TEMPERATE CLIMATES.

Before giving in detail the results of my observations of normal temperature in India, it is necessary to mention in as few words as possible the present state of our knowledge of normal temperature in Europe, in order to form a standard of comparison in estimating the effect of this climate on a European constitution. Let it not be hastily said that, with such an exhaustive treatise on temperature as that of Wunderlich, any such attempt on my part is one of purely superfluous verbosity; for not only must it be remembered that Wunderlich's "Millions of Readings of the Temperature" are thermometric observations of *disease*, and that he is not himself an authority on normal temperature, but I hope to establish grounds for my opinion that the estimate of mean normal temperature, which he has accepted, apparently without question, on the authority of others, or at least only with such general corroboration as is to be derived from bedside observations during convalescence (see his "Clinical Thermometry, Syd. Soc.'s translation, Chap. V, para. 3), is too high, and I have had ample opportunity for seeing that the limits of the range of normal temperature cannot be too strongly dwelt upon; for misconceptions on this subject are not unusual, arising, apparently, from the unfortunate current expression that "the normal temperature is  $98.6^{\circ}$  Fah."—looseness of expression leading as usual to erroneous thought. What is meant, of course, is that the *mean* normal temperature is  $98.6^{\circ}$ ; but from reiteration of the above careless expression, the fact of a tolerably wide range of temperature being quite compatible with, and indeed indicating, health, has been lost sight of. For instance, I have heard a physician state that he never considered a patient to be convalescent from fever till his temperature was persistently below  $99^{\circ}$  Fah.; not knowing that the average axillary temperature of natives of India is more than that in a state of perfect health and while at rest, any time between noon and 8 P.M. On the

other hand, I have heard considerable anxiety felt for a European patient who was recovering from a serious illness, because his axillary temperature at 6 A.M. was found to be only  $97.4^{\circ}$ , the dread of impending collapse occupying the mind of his attendant, whom I was able to reassure by telling him that my own temperature had that very morning been only  $97.3^{\circ}$ ; and that  $97.4^{\circ}$  was not at all an unusual reading between 5 and 6 A.M.; and the sequel showed that this was probably in reality the commencement of his convalescence.

Until the publication of Dr. W. Ogle's paper "On the Diurnal Variations in the temperature of the human body in health" in the St. George's Hospital Reports for 1866, the observations of Dr. John Davy were quoted in all our text-books of Physiology and Practical Medicine as the foundation of our knowledge on this subject, and the mean normal temperature at completely sheltered parts of the surface was estimated at  $98.4^{\circ}$  or  $98.6^{\circ}$  Fah., "or a few tenths more or less." Dr. Ogle showed, however, that Dr. Davy's observations contain such numerous and such serious arithmetical blunders that no reliance can be placed upon them, and he accordingly instituted a similar series of observations to those of Dr. Davy on his own person, which may be considered to be absolutely trustworthy. Dr. Aitken, in the sixth edition of his work on the Science and Practice of Medicine (1872), while discarding Dr. Davy's observations on account of the errors pointed out by Dr. Ogle, and founding his remarks on normal temperature chiefly on those of the latter, still retains the mean temperature stated in his former editions, *viz.*,  $98.4^{\circ}$  Fah.; and as I have said, Wunderlich fixes it at  $98.6^{\circ}$ , and his translator, while quoting the observations of Dr. Ogle, makes no allusion to the fact that his results do not bear out this estimate.

Since the publication of Dr. Ogle's paper, Dr. Clifford Allbutt, in the Journal of Anatomy and Physiology for November 1872,

Dr. Alexander Rattray, in the "Proceedings of the Royal Society," Vol. XVIII (1870), and Dr. Edward Casey, in the *Lancet* of 8th February 1873, have published similar observations, which agree so completely with those of Ogle, that I think we may accept the means of these four observers as a final settlement of this question as far as regards a temperate climate.\* The variation between them of the extent of daily range, as well as of the mean of the 24 hours, is very small, and it is upon this general agreement amongst them that I have founded the opinion, which I think it is impossible to avoid, that the estimate of the mean temperature of health has hitherto been put much too high. Besides the internal evidence which this general agreement affords, they each give evidence of having exercised the greatest care in avoiding the various sources of fallacy. I venture also to think that it has only become possible to attain to accuracy in such researches during the last few years; for it is only of late that thermometers of the delicacy and exactitude required for such a purpose have become available; and it is evident that the very different means that may be found in the older works on Physiology, have their explanation, in what must appear to us as enormous initial errors in the thermometers used for the purpose by the older observers.† Some of the thermometers now manufactured are of extreme delicacy. One in my possession by Mothershead of Manchester, selected for me for the purposes of these enquiries by my friend Dr. E. Lawrie, has not a fractional error between  $96^{\circ}$  and  $105^{\circ}$  Fah.

\* I regret that I cannot include the observations of Dr. Sydney Ringer; but the abstract of his paper in Vol. XVII of the "Proceedings of the Royal Society" is very short, and does not furnish me with sufficient data for my purpose.

† Blumenbach (Elements of Physiology, 1828) puts the mean temperature at  $96^{\circ}$  Fah.; Martine (quoted by Bostock in 1844) says it lies between  $97^{\circ}$  and  $98^{\circ}$  Fah., while Dumas fixes it at  $95^{\circ}$  or  $96^{\circ}$ , with a range of from  $87^{\circ}$  to  $108^{\circ}$ ! Dr. Edwards examined 20 persons and found their temperature to vary from  $95^{\circ}$  to  $98\frac{1}{2}^{\circ}$ , and the mean  $97^{\circ}$ .



I think we must, therefore, discard all former observations, and form an estimate of the range of normal temperature in Europe, and of the mean temperature of the human body in temperate climates, from careful observations undertaken since the manufacture of suitable thermometers has arrived at its present state of perfection. I therefore subjoin the averages of the four most recent authorities whom I have named, and which I mean to accept as trustworthy data, for comparison with my own temperature in Bengal.

*Observations of Dr. W. Ogle,—St. George's Hospital Reports, 1855.*

12 P.M.	12-59 A.M.	3 A.M.	5-30 A.M.	8 A.M.	9 A.M.	11 A.M.	2 P.M.	5 P.M.	6-30 P.M.	9 P.M.
97.96°	97.9°	97.5°	97.2°	97.66°	97.73°	98.2°	98.36°	98.63°	98.9°	

Mean temperature, from midnight to noon = 97.735° Fah.  
 " " from noon to midnight = 98.242° "  
 " " of 24 hours = 97.914° "  
 Mean daily range of temperature = 1.45° "

*Observations of Dr. C. Allbutt,—Journ., Anat. and Phys., November 1872.*

2 A.M.	7 A.M.	10 A.M.	Noon.	2 P.M.	4 P.M.	6 P.M.	8 P.M.	10 P.M.
4 A.M.	10 A.M.	Noon.	2 P.M.	4 P.M.	6 P.M.	8 P.M.	10 P.M.	12 P.M.
97.5°	97.8°	98.2°	98.4°	98.5°	98.6°	98.7°	98.5°	98.2°

Mean temperature, from midnight to noon = 97.83° Fah.  
 " " from noon to midnight = 98.483° "  
 " " of 24 hours = 98.266° "  
 Mean daily range of temperature = 1.2° "

*Observations of Dr. El. Casey,—Lancet, 8th February 1873.*

	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
A.M.	97.32°	96.97°	...	...	...	...	...	...	97.6°	97.64°	98.08°	98.1°
P.M.	98.5°	98.47°	98.3°	98.6°	98.33	98.45	98.1°	98.53°	98.38°	98.01°	97.5°	97.31°

Mean temperature, from midnight to noon = 97.735° Fah.  
 " " from noon to midnight = 98.242° "  
 " " of 24 hours = 98.073° "  
 Mean daily range of temperature = 1.63° "

The observations of Dr. Rattray (Proceedings of Royal Society, 1870; see also the Army Med. Depart. Report for 1869) were made only three times a day, and his averages were as follows:—

*Observations of Dr. A. Rattray, Surgeon, R.N.—*

9 A.M. = 98.1 }  
 3 P.M. = 98.3 } Mean observed temperature = 98.3°  
 9 " = 98.5 }

Placed side by side in this way, a very close agreement is seen to exist between the results of these four independent observers—an agreement which is still more evident when their averages are represented graphically, as in the diagram which I give below, and when they are studied a little more in detail.

The actual temperature which their figures give as the mean of all their observations is 98.135° Fah. But even this, which is nearly half a degree lower than the usual estimate, I consider to be too high, and for the following reasons:—

The only really correct method of coming to a conclusion on such a subject would be to take hourly observations of temperature for such a length of time that fair averages of each hour might be obtained, and then to strike a mean of the average temperature of each hour. The result would be the mean temperature for the 24 hours. This is practically impossible; and in

such an enquiry a great many more observations are always made at certain periods of the day than at others. A glance at the tables of observations, which I have just given, will show that, with the exception of Dr. Ogle, these observers have taken comparatively few observations at night and in the early morning; that is to say, at that period of the day when the daily range of temperature is at or near its minimum fewer observations have been made than in the latter part of the 24 hours when the daily range is approaching its maximum. Thus, Dr. Clifford Allbutt gives six averages between noon and midnight, but only three between midnight and noon, and Dr. Casey gives 12 between noon and midnight, and only six between midnight and noon, omitting altogether observations between 2 A.M. and 8 A.M., the period of minimum temperature of the day. Dr. Rattray again has taken his temperature only at hours when it is normally at and above the mean of the 24 hours.

It is obvious that averages struck from such data cannot be considered to be scientific estimates of the mean temperature of the 24 hours, and it is equally obvious that, a preponderance being given to the afternoon high temperatures, such estimates will be higher than the truth.

Ogle, on the other hand, gives us six averages between midnight and noon, and four between noon and midnight, giving a slight preponderance to the lower temperatures, and the mean of the 24 hours, calculated from his averages, is therefore probably somewhat below the truth. I say "somewhat below," because the preponderance of the A.M. temperatures is to a great degree compensated for by his omitting observations between 11 P.M. and midnight, which, if they had been given, would have lowered the mean of the P.M. temperatures, and would have raised slightly the mean of the 24 hours.

Rattray's average cannot be considered to approximate the mean temperature of the 24 hours any more than the

temperature of spring, midsummer, and autumn may be taken as an approximation of the mean temperature of the year. The "winter" of the daily range was omitted in his observations; and if we do not include his average, the mean temperature of health, calculated from those of the other three authorities, will be found to be 98.084°, or in round numbers, 98° Fah.

The cause of the apparent difference of mean temperature given by different authorities whose observations can be thoroughly trusted, appears, therefore, to be the infrequency of their observations at certain periods of the day; and the higher average given by Allbutt and Rattray than by Ogle and Casey finds in this manner a ready explanation. The trustworthiness of their observations as a basis for a new estimate of the mean temperature of health becomes still more apparent when their observations at the same hours are placed side by side, as in the following diagram, where they will be seen to differ by scarcely more than two-tenths of a degree from each other at any part of the day, except for an hour or two about midnight, when Casey's temperature seems to have been exceptionally low. The infrequency of his early morning temperatures (from 2 A.M. to 8 A.M.) is compensated for, in the general mean, by this low temperature at midnight, approximating it more closely to that of Ogle than it would otherwise have been.\*

It may be argued against the formation of a new estimate of mean normal temperature in temperate climates from the observations of these four authorities that they may have been instances of idiosyncratic deviation from the usual temperature of healthy people, and a certain amount of colour may be given to the objection by the fact that Dr. Sydney Ringer (Proceedings

\* In calculating the mean temperature from midnight to noon, and from noon to midnight, from Ogle's observations, I included the average temperature between 11 A.M. and 2 P.M. (98.2°) in both the A.M. and P.M. series, because during that interval observations must have been made between 11 A.M. and 12, as well as between 12 and 2 P.M.

of the Roy. Soc., Vol. XVII, p. 287) gives a much higher average maximum temperature in the day,—namely, 99.1° Fah. in persons under 25 years of age, and 98.8° Fah. in those over 40. In the absence of a detailed statement of his results, I am unable to meet this objection so fully as I desire, and I cannot tell what the mean of his observations may have been; but as he states that he found the mean diurnal variation in persons under 25 to be 2.2° Fah. (which reduces the average minimum temperature of the 24 hours to 96.9° Fah.), the mean temperature of the day was probably close upon 98.0° Fah., or a few tenths of a degree on either side. In other respects his observations do not seem to have differed from those which I have quoted in detail, except that his extremes of temperature were reached earlier, i.e., the minimum at 11 P.M. to 1 A.M., and the maximum nearly was reached as early as 9 A.M. and lasting till 6 P.M. In the abstract of his paper from which I quote, the circumstances under which the subjects of his observation were placed, as regards age, exercise, &c., are not stated; and these are all required to form an opinion on this subject. The close similarity of the temperature curve of the four observers, whose averages I have taken as a standard, is strongly opposed to the idea that their temperatures were unusual; and I think we are bound to accept them as representative of normal temperature, leaving the task of the proof that they are idiosyncratic to those who are not willing to accept them as a basis for an estimate of healthy temperature in England.\*

\* Independently of the arithmetical errors which Dr. Ogle has pointed out in the observations of Dr. John Davy, I should have regarded them with suspicion from the fact of the inclination of the daily curve as shown by him, being the reverse of that which all recent observers give. Thus his highest temperature was at 7—8 A.M. = 98.74°, at 3—4 P.M. it was 98.52°, and at 12 P.M. it had fallen to 97.92°. This is so peculiar to his observations that it must be regarded either as the result of idiosyncrasy, or of errors in the thermometers used. The mean of his observations is only 98.38° Fah.

## NORMAL TEMPERATURE IN INDIA.

In the upper part of Diagram No. I, opposite, I have indicated the results of my own observations in India by two curves, distinguished from the observations of Ogle, &c., by their greater breadth. The lower of these two shows the average at each hour of the day of 1,300 observations made on my own person under the tongue; and as I have found from frequent comparative observations on other Europeans, living under the same conditions, that my temperature is not peculiar or idiosyncratic, it may be accepted as the mean daily range of temperature of Europeans resident in Lower Bengal. The highest of all the curves shown in the diagram is that of natives of India, resident in Calcutta, apparently in perfect health; and is calculated from the axillary temperatures of 55 individuals, taken at different hours, and when they were at rest. This was done by adding 0.2° Fah. to the axillary temperature, which gives the temperature of the mouth (see the first part of this paper). The temperature of natives is best taken in the axilla on account of the caste-prejudice against taking anything into the mouth which has been touched by a Christian, or a Mahomedan or Hindu, as the case may be. I submit in the following table the averages from which these curves were drawn. In drawing up these averages I have been careful to avoid arithmetical errors, and with regard to the thermometers used, I will only say in addition to what I have already stated that all the observations from August 1872 to January 1873 were made with the same thermometer which was then accidentally broken, and that the remaining observations, from February to September 1873, were made with the very excellent thermometer by Mothershead of Manchester. A third thermometer by Harvey and Reynolds of Leeds was used for obtaining rectal and axillary observations. In every instance the initial error of the instrument (when such existed) was allowed for at the time of recording the observation; and in the

instance of the last instrument, the error produced by ageing was afterwards deducted from the later observations obtained by it. Very few observations were made in February, and none in March 1873, in consequence of want of leisure on first joining my appointment at the Medical College Hospital. The observations up to January 1873 were made at Dacca; the remainder in Calcutta.

Table (B) showing the Monthly Mean Temperature in the Month at each hour from midnight to noon (A.M. Temperatures).

	L.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Aug. 1872...	98.77	97.96	97.74	97.67	97.62	97.57	98.50	98.55	98.74	98.78	98.81	98.97
Sept. " " " "	...	98.2	...	98.10	97.69	97.87	...	98.57	98.72	98.92	98.96	99.00
Oct. " " " "	...	...	...	...	98.13	98.00	98.00	98.54	98.59	98.65	98.69	98.73
Nov. " " " "	...	97.75	...	97.65	...	97.90	...	98.44	98.55	98.67	98.80	98.80
Dec. " " " "	...	...	...	97.80	...	98.02	...	...	98.50	99.10	98.66	...
Jan. 1873 " " "	...	...	...	...	97.50	98.00	97.56	...	98.00	98.40	98.50	98.56
Feb. " " " "	...	...	...	...	...	...	97.60	...	...	...	98.40	...
April " " " "	...	97.45	...	...	...	97.50	97.78	...	...	...	98.42	98.95
May " " " "	98.90	97.75	97.66	98.10	98.00	97.79	97.75	98.17	...	98.76	98.65	98.79
June " " " "	...	...	...	97.8	...	97.65	97.87	98.00	...	98.80	98.70	98.87
July " " " "	...	97.95	...	...	...	98.20	97.60	...	...	98.50	98.70	98.50
Aug. " " " "	...	...	98.20	...	97.90	97.72	98.05	98.70	...	98.63	98.33	98.67
Average ...	98.68	97.84	97.71	97.77	97.86	97.88	97.83	98.42	98.51	98.67	98.64	98.71

Table (C) showing the Monthly Mean Temperature in the Mouth at each hour from noon to midnight (P.M. Temperatures).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Aug. 1872...	98.91	99.09	98.94	98.97	99.07	99.03	99.32	99.01	99.26	99.03	98.90	98.69
Sept. " ...	98.87	98.86	98.86	98.85	98.86	99.10	99.07	98.83	98.85	98.67	98.54	98.25
Oct. " ...	98.86	98.76	98.78	98.75	98.87	98.97	99.05	...	98.74	98.70	98.52	98.90
Nov. " ...	98.74	98.98	98.85	98.92	98.91	99.08	98.91	...	98.62	98.11	98.01	...
Dec. " ...	98.70	...	98.80	99.10	...	99.35	99.20	...	98.80	...	98.80	...
Jan. 1873	98.45	98.60	98.50	99.05	99.20	98.80	...	98.20	98.35	98.35	98.45	...
Feb. " ...	...	...	...	...	...	...	...	...	99.00	...	...	...
April " ...	98.70	98.75	98.73	98.79	98.80	99.00	98.73	98.92	98.80	98.80	98.30	...
May " ...	98.90	98.76	98.95	98.98	98.88	98.99	99.07	98.35	98.10	98.10	98.32	98.60
June " ...	98.40	98.74	98.97	98.86	98.83	98.75	99.00	99.37	...	98.50	98.35	97.90
July " ...	98.85	98.70	98.70	98.90	...	98.80	98.75	99.05	...	...	98.20	97.60
Aug. " ...	98.75	98.77	98.84	98.87	98.75	98.97	98.95	98.83	98.05	98.25	97.95	...
Average ...	98.74	98.80	98.82	98.92	98.91	98.98	99.02	99.01	98.73	98.45	98.17	98.35

These tables show the average temperature in the mouth at each hour of the day and night for each month of the year during which the observations were continued, and the following are the mean A.M. and P.M. temperatures of the several months:—

Table D.

MONTHS.	Mean A.M. Temperature.	Mean P.M. Temperature.	Mean of 24 hours.	Number of Observations.
August 1872 ...	98.34	99.06	98.71	355
September " ...	98.45	98.81	98.65	150
October " ...	98.43	98.78	98.63	163
November " ...	98.32	98.79	98.58	127
December " ...	98.31	99.02	98.73	27
January 1873 ...	98.07	98.62	98.39	24
February " ...	98.00	99.10	98.54	4
April " ...	98.92	98.75	98.51	49
May " ...	98.18	98.74	98.48	129
June " ...	98.31	98.77	98.50	88
July " ...	98.21	98.65	98.46	44
August " ...	98.26	98.74	98.49	128
Average ...	98.21	98.77	98.49	1,288

My mean temperature in the mouth is thus seen to have been 98.49° Fah., calculated from 1,288 observations, and from the average temperature of each hour of the 24 as shown in the preceding tables. This is as nearly as possible a scientifically accurate result; and cannot therefore be properly compared with the conclusions of others, which are only approximately so, the same care not having been taken by them

to include averages of every hour; but for the sake of illustration I put them side by side:—

Table E.

AUTHORITY.	Mean A.M. Temperature.	Mean P.M. Temperature.	Mean Temperature.	Mean Daily Range.
Ogle ... ..	97.736	98.298	97.914	1.45*
Allbutt ... ..	97.830	98.483	98.266	1.20*
Casey ... ..	97.735	98.242	98.073	1.63
Average ... ..	97.763	98.341	98.084	1.41
Myself ... ..	98.21	98.77	98.49	1.31

These figures show that the body-temperature of a European living in Bengal is about 0.41° Fah. higher than the average temperature of health in England.

This result is strictly in accordance with the conclusions of other observers who have made comparative observations on their own persons in temperate and warm climates. Thus Rattray gives the following temperatures, which he observed in his own person in the tropics, as an average of 51 days:—

		9 A.M. 3 P.M. 9 P.M.		
Rattray ...	Latitude of England (average of 10 days)	—	98.1	98.3 98.5
	In the tropics	—	98.51	99 98.47
My own temperature at the same hours		—	98.51	98.82 98.73

Brown-Séguard found, in a journey from France to the Isle of France, that eight healthy people, whose temperature was taken under the tongue whilst travelling in an atmospheric temperature of 46.4° Fah., had a mean body-temperature of 97.9° Fah. Eight days later, with the temperature of the air at 77° Fah., the body-temperature was 99.4° Fah. (Wunderlich, Chapter V, para. 17).

Dr. John Davy, on the other hand, on passing from a temperature of 78° during a voyage from England to Ceylon, when the mean temperature of seven individuals was 98.75° Fah., into a latitude where the temperature of the air had fallen to 60° at noon, found that the mean temperature of the same men had fallen to 98.35° (Physiological and Anatomical Researches, Vol. I, p. 164). These observations are defective inasmuch as neither he nor Brown-Séguard seem to have noted the period of the day at which they were made, and this makes a considerable difference both in temperate and tropical climates.

The fact that residence in a tropical climate produces an elevation of body-temperature, might have been predicated from our knowledge of the effect of artificially-heated chambers on the temperature of animals introduced into them. A very excellent summary of experiments of this kind, both on man and lower animals, will be found in Dr. W. F. Edwards' article "Animal Heat" in the Cyclopaedia of Anatomy and Physiology by Todd. But it might be argued against the validity of deductions from those experiments, as well as from such observations as those of Rattray, Brown-Séguard, Davy, and others, which have been made while passing rapidly from a cool to a hot climate, that the body being, as it were, taken by surprise, a deviation from the usual temperature may have been temporarily produced, which would have disappeared had the observations been continued over a longer period. It was with the purpose of ascertaining if such were the case that I prolonged my observations for a period amounting to 14 months (from July 1872 to September 1873); and it will be seen on referring to Tables B and C that such has to a certain extent actually taken place, and that higher temperatures were registered shortly after my arrival in Bengal than subsequently. With two exceptions the mean temperature of each hour of the day is seen to have been higher in August 1872 than in August 1873.

But although there has been a slight falling off of temperature during the period under observation, the general conclusion that the temperature of Europeans living in a climate like this is higher than that of Europeans in England, by from  $0.41^{\circ}$  to  $0.45^{\circ}$  Fah., is shown by the mean A.M. and P.M. temperatures of each month (Table D) to remain unaffected.

Tables B and C show the average temperature in the mouth at each hour of the day and night for the whole period under observation. From these tables it appears that the lowest temperatures were recorded during the early morning hours, from 2 to 6 or 7 A.M., when the average reading was two or three-tenths of a degree below  $98^{\circ}$  Fah. From 8 A.M. till 1 in the afternoon, the temperature on an average rose steadily from  $98.4^{\circ}$  to  $98.7^{\circ}$  Fah. This rise was continued throughout the afternoon till between 6 and 8 P.M., when the maximum was reached at about  $99^{\circ}$  Fah. From 8 P.M. to midnight a rather rapid fall of temperature is seen to have occurred, reaching in about two hours the average temperature of 8 o'clock in the morning.

In respect of this daily fluctuation a remarkable uniformity is observed with the published averages of European observers, which form a curve running parallel with that which is the result of my own observations in India, but occupying a space about half a degree lower (Diagram I). They indicate corresponding low temperatures from 1 to 8 A.M. From that hour a steady rise takes place till the maximum is reached between 6 and 8 P.M., when a similar rapid fall takes place towards midnight. In the case of natives, though the curve is of the same general character, it exhibits differences in all probability caused by differences in their habits as regards food, as will be shown hereafter.

Dividing the day into four natural periods, we find that the average temperatures were—

From 2 A.M. to 7 A.M.	=	$97.83^{\circ}$	Fah.
" 8 " to 1 P.M.	=	$98.61^{\circ}$	"
" 2 P.M. to 8 "	=	$98.92^{\circ}$	"
" 9 " to 1 A.M.	=	$98.54^{\circ}$	"

I find it useful in taking temperatures clinically to keep these averages of different periods of the day in mind; but it must ever be remembered that at each hour of the day a margin on either side of the mean must be allowed for. When the individual has been at rest for some hours before the observation is made, *the range of temperature at the same hour from day to day (the temperatures being taken under similar circumstances as regards food, position, sleep, &c.) is limited in health usually to about a degree of Fahrenheit.* But under the varying conditions entailed by the daily routine of duties, of exercise, &c., the body exhibits a considerably wider range of temperature at the same hour, amounting, as will be seen by a glance at Table F., to from  $1.5^{\circ}$  to  $2^{\circ}$  Fah.





The deduction of these high readings in August 1872, caused by the recentness of my arrival in India at that time, would thin out very considerably the upper part of the range at each period of the day, and make the contrast with the more usual observations taken afterwards more apparent; and it is necessary to bear this in mind in estimating the usual range of temperature at different hours.

But there are other causes for these wide ranges of temperature at the same hour on different days, and they are chiefly food, sleep, and exercise; and the greatest of these is exercise.

#### EXERCISE.

The effect of exercise in raising the body-temperature has nevertheless been disputed, and M. Lortet in particular found at high elevations a *decrease* of temperature during exercise. Clifford Allbutt, whose observations were conducted during a walking tour on the Alps, found, with two exceptions only, a rise of temperature during exercise on all occasions (Journal of Anatomy and Physiology, No. XI), and this must be considered to be an established effect of exertion (see Wunderlich, Chap. V, para. 15). In my own instances a rise of temperature was the invariable consequence of exercise, especially if taken in the sun, and in the latter part of the day. In the following diagrams, which represent the actual curves of temperature on days selected for the purposes of illustration, this is well seen, and they show that even very gentle exercise is capable in this country of causing a decided rise of temperature. Thus, on the evening of the 4th of August 1872\* my temperature at rest at 5 P.M. was 98.85° Fah. Two hours afterwards, having walked a distance of about four miles in the interval, my temperature was found to be 99.9°. On the evening of the 8th August† a game of quoits raised my temperature from 98.7 to 99.3; and between 4 and 5 P.M., on the afternoon of the 9th, walking across the parade

\* Diag. No. 4.

† Diag. No. 5.

ground in the sun, and sitting in a tent watching the sepoy engaged in athletic sports, was sufficient to raise my temperature from 98.7 to 99.45°. The effect of exercise at different parts of the day is shown in the diagrams (of 15th August, 23rd and 26th October) which follow. (Diag. Nos. 6, 7, and 8.)

Very slight muscular exertion indeed, such as is implied by a change of posture from lying to sitting, is even capable after a little time of causing a rise in the body-temperature. An example out of many which I might have chosen to show this will be found in the diagram for 9th June 1873.\* I have found even the exertion of dressing sufficient to raise the temperature two or three-tenths of a degree.

In this respect my observations are confirmatory of those of Kering (Wunderlich) and of Dr. W. Ogle, who have both noticed a similar effect from so small exertion as change of posture; while Davy and others have noted the similar effect of more violent exercise.

Referring again to Table F, I must mention that the *breadth* of the daily curve of normal temperature indicated by it is largely due to this cause. I have purposely included in these tables temperatures taken after exercise as well as at rest, because in daily practice we are called upon to use the thermometer under both conditions of the body. The exercise has never been violent, and temperatures have never been taken under unusual conditions which were not within the range of physiological limits, or, if taken, they were not recorded.

For instance, a range of from 97.4° to 99.4° is shown between 6 and 8 A.M. in Table F. This wide range is partly due to the fact that this was my usual time of rising from bed in the morning, and one observation was taken in bed, and another after the exertion of dressing and an hour's reading or writing, or after a cup of tea; and is partly due to the fact that I occasionally took walking or riding exercise at these hours. To the

\* Diag. No. 12.

latter cause nearly all the higher readings are due (see Diagram of 1st May 1873).<sup>\*</sup> And the result of my experience is that, at 6 A.M., a temperature above 98.2° in bed and at rest is rare; and that the mean temperature under these conditions being 97.7°, the temperature under ordinary circumstances of daily routine work will be 1° higher two hours later (see Diagram of 4th August).<sup>†</sup> If, on the contrary, I have sometimes remained in bed longer than usual, I have found that the usual rise of temperature occurring before 8 A.M. is postponed, clearly showing that the rise is not entirely due to an unknown cause producing an unaccountable daily fluctuation, but is regulated to a certain extent by the exercise which is the consequence of the habits of the individual. At the same time I am far from considering this to be the entire explanation of the daily curve.

With regard to the rest of Table F, the same remark is generally applicable,—namely, that the majority of the higher readings are due to exercise, though not all of them by any means; a large number of the readings above 99° between the hours of 12 and 6 P.M. having been taken at rest.

This consideration of the effect of exercise does not affect the general conclusion to be drawn from Diagram I, *viz.*, that the temperature of Europeans in India is higher than that of our fellow-countrymen in England; because the temperatures which I have recorded for comparison are expressly stated by Ogle, Allbutt, &c., to have been taken under similar conditions as regards the ordinary exercise consequent on the demands on the time of a man who has work to do. Had I recorded no observations except those taken at rest, my results would not have been comparable with theirs.

#### EFFECT OF FOOD.

The second great cause of deviation in the daily curve of temperature is the ingestion of food. This has the effect in the

<sup>\*</sup> Diag. No. 9.

<sup>†</sup> Diag. No. 3.

early part of the day of raising the temperature of the body from two to nine-tenths of a degree (see Diagram of 3rd, 4th, 8th, and 9th August 1872 and 28th September 1873),<sup>\*</sup> the minor elevations being the more common, and the maximum effect taking place about an hour or one-and-a-half after food. Although this effect was tolerably constant after "chota haziri," breakfast, and tiffin, it was by no means so after dinner, when it may be stated, indeed, to have been the exception. In the diagrams which I have chosen for the purpose of illustrating these remarks, a rise of temperature is not seen to have taken place after dinner, except in that for the 3rd August 1872;<sup>†</sup> nor do I find it to have occurred on any other day on which sufficiently frequent observations were made.

This is quite in accordance with what has been observed by others, though a different explanation of the phenomenon must, I think, be sought for from that which is usually given. Thus Ogle attributes it to the fact that he drank wine at dinner, and not with other meals; and found by experiment that if he drank wine at breakfast and lunch, the usual rise after these meals was prevented, and its place taken by a slight decrease of temperature; while, on the other hand, if instead of claret he took tea at dinner, he found that the usual fall after dinner did not take place for some hours. Similar results with regard to the effect of claret taken along with food were obtained by Sydney Ringer and Stuart (Proceedings of Royal Society, Vol. XVII), and there seems no reason to doubt the truth of their conclusion that claret and probably other alcoholic drinks diminish the body-temperature or prevent its rise, tallying as it does so well with the observation of Dr. E. Smith, that most alcoholic drinks retard the exhalation of carbonic acid, and the metamorphosis of tissues, on which it and the temperature of the body mutually depend.

But it remains to be shown why, when Dr. Ogle reversed the order of his meals, taking a hearty dinner with wine at 9-30 A.M.,

<sup>\*</sup> Diag. Nos. 2, 3, 4, 5 and 13.

<sup>†</sup> Diag. No. 2.

and an ordinary breakfast at 7-30 P.M., the latter meal was not followed by a rise of temperature as it would have been if taken at the usual hour, although it seems to have hindered the usual fall towards midnight that ordinarily followed dinner,—a result which as he shows was probably the effect of the tea taken at that late hour.

The cause of this is to be found in the fact of the existence of a daily normal curve which commences its fall about 6 or 7 P.M., and which would continue to fall steadily up to midnight and the small hours, were it not interrupted by the ingestion of food at 7-30 or 8 P.M., which, by increasing the heat of the body as usual, maintains it for one or two hours at a temperature equal to that which it had before the fall commenced, the effect of the meal, in raising the temperature, being usually just sufficient to neutralise the normal fall taking place at the same time.

Here, in India, the effect of dinner in causing an elevation of body-temperature is still less apparent than it is in England; for the reasons that in this climate we for the most part take our exercise almost exclusively in the evening between 6 and 8 P.M. for the greater part of the year, and sit down to dinner with our temperature raised by exertion, which, however mild, has a very constant and marked effect of that kind; and a glance at my diagrams shows how evanescent this effect is, and how speedily the high temperature, the result of exercise, falls, and the usual temperature of the period of the day is resumed. This fall of temperature after exercise coinciding with, and running into, the normal lowering of the temperature of the body which occurs at that period of the 24 hours, independently of all disturbing influences, has the effect of altogether, or with very rare exceptions, concealing the influence of the evening meal in the contrary direction; and the consequence is that only on one occasion have I observed a rise of temperature (which is constant after breakfast and tiffin) following the equally hearty meal taken at 8 P.M.

I cannot attribute this result, as Dr. Ogle does in his instance, to any difference in the nature of the food constituting the different meals. During the first six months of my residence in India, I took no alcohol in any shape at any period of the day; so that the absence of the rise of temperature after dinner was not, as in Dr. Ogle's instance, caused by taking wine, which has a depressing effect on the temperature, with the evening meal. During the first two months I took tea either during or after "chota haziri," breakfast, and dinner; afterwards I stopped tea altogether. This had a decidedly disturbing influence on the daily fluctuation of temperature to which I had been previously accustomed, and caused the daily curve to assume the appearances which are said to be characteristic of advanced age; that is to say, there was very little or no difference between the morning and evening temperatures, the nocturnal and early morning depression being absent. This character of the daily curve continued for about a week, when the usual fluctuation reasserted itself, although the abstinence from tea was continued, and the rise of temperature after the early meals and the depression after the evening meal were observed as before.

Although a hearty dinner at 8 P.M. only at most delays the downward tendency of the diurnal curve at this period of the day, exercise taken after dinner has its usual effect of raising it; and almost all the observations in Table F, between 10 and 12 P.M., and all those between 12 and 1 A.M., which are above 98.5°, were taken after exercise. When exercise was taken late, the temperature did not usually fall below 98.0° during the subsequent night.

With regard to the effect of alcohol on the body-temperatures in health, I am not able to offer any observations. Taken in small quantities with meals, I could not detect that it disturbed the usual curve, and I have not considered it advisable to take it in larger quantity on account of the very disagreeable effects

which large doses give rise to in my own person, even when taken short of intoxication. Ringer and Ogle have both observed that it depresses the temperature in such doses; and the latter confirms the observation of Davy that, when taken in unusual quantity with the evening meal, although it lowers the temperature at that time, the depression of temperature on the following morning is less than usual. An exaggeration of this effect, following still larger doses, is probably the foundation of the distressing symptoms which are so well known, and which are characterised by a craving for soda-water, which has been stated to have the power of reducing the temperature in health  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{1}{4}$  a degree (Wunderlich). The effect of alcohol again, in reducing the body-temperature on such occasions and with it the other symptoms, has no doubt given rise to the popular practice with regard to the "hair of the dog."

#### EFFECT OF SLEEP.

My experience is at variance with that of others as to the effect of sleep on the temperature of the body. According to Wunderlich, it has no influence on the temperature of healthy people. I, on the contrary, have almost invariably found my temperature lower after sleep than it was before it, even at those periods of the day when the normal curve of temperature has no tendency to fall (see Diagrams of 1st and 11th May 1873).<sup>\*</sup> All the temperatures below 98.5° between 2 and 6 P.M. in Table F were taken after sleep. I have found a sleep of two hours, accompanied by a fall of 0.9° in the afternoon, and followed by a rise of  $\frac{1}{10}$ ° in half an hour after awaking, although the same posture was retained. These observations, it may be necessary to mention, were always made under a punkah, which I have found to have an appreciable effect in lowering the temperature, and part of the fall is no doubt due to this cause. But that the

<sup>\*</sup> Diag. Nos. 9 and 10.

whole fall is not due to the effect of the punkah in promoting evaporation from the surface is, I think, proved by the following circumstances. On some of the occasions the temperature recorded before going to sleep was taken after an hour's "siesta" in the same position as during the sleep that followed with a fall of temperature, and under the punkah, and I have retained the recumbent posture under the punkah after awaking, and found my temperature steadily rise. Second, the effect of the punkah in lowering the temperature in the waking state is comparatively insignificant, the greatest depression I have observed being 0.4° Fah., and it is seldom more than 0.2°. Third, on one occasion I found the temperature of a native in hospital without a punkah, who had been asleep for two hours in the afternoon, to be only 98.4°, his usual temperature at that hour being 99.2°. This patient was convalescent after an amputation of a toe, and was detained in hospital after he was fit for discharge for the purpose of thermometrical observation, the wound having completely cicatrised.

#### RADIATION AND EVAPORATION FROM THE SURFACE.

Whatever promotes evaporation and radiation from the surface has an immediate and marked effect in lowering the temperature of the body; and *vice versa*, whatever hinders these two processes raises the temperature. In this manner warm clothing is seen to have a decided effect. Thus, if one has been sitting for an hour or two in a shirt, and then puts on a coat, a rise of temperature of two or three-tenths of a degree will be observed in the course of an hour; and if one goes out at the same time into the sun, a still more decided elevation takes place. I have found this on many occasions. On the other hand, a depression of temperature follows the removal of warm clothing, especially if evaporation be promoted at the same time by setting the air in motion by a punkah. Thus, on 25th of September 1872 at 11 A.M., one hour

after breakfast, my temperature was 99.0°. For two hours I sat reading with a coat on, and having no punkah, and my temperature rose to 99.2°. I then took off my coat and caused the punkah to be pulled, and in three quarters of an hour my temperature had fallen to 98.8°.

In order to ascertain how much of this effect was due to the removal of a bad conductor, and how much to promotion of evaporation, I made a number of observations on the influence of the punkah alone. The experiments were conducted in this manner. After taking my temperature, and having stopped the punkah and taken of my coat, I reclined reading on a couch for an hour. I then took my temperature sometimes both in the rectum and mouth, and again after I had lain in the same posture with the punkah in action for periods varying from a quarter of an hour to two hours still without my coat. At the same time I placed dry and wet bulb thermometers by my side, in order to watch the changes in the temperature of the air, and the effect of the punkah on the wet bulb. The experiments were all made between noon and 6 P.M., and a sufficient length of time after food and exercise, to eliminate fallacious changes in temperature from these causes. In the following table the results are indicated under the different headings of D = dry bulb, W = wet bulb; D' = difference between the dry and the wet bulb both before and after the punkah; at the same time the temperature in the mouth and rectum are given, and the differences after the use of the punkah.

Table (C) showing the effect of the Punkah on the body-temperature and on wet bulb thermometers.

DATE.	BEFORE THE PUNKAH.				AFTER THE PUNKAH.				DIFFERENCE.	
	D.	W.	D'.	Rectum.	Month.	D.	W.	D'.	Rectum.	Month.
11th Aug. ...	89.5	72.5	1	99.0	98.4	80.5	78.0	2.5	98.35	98.4
12th " ...	85.0	80.25	1.75	...	98.8	82.0	80.0	2.0	...	98.6
14th " ...	85.0	82.0	3.0	99.5	99.0	86.0	81.0	5.0	99.2	98.8
16th " ...	88.0	82.5	5.5	99.0	98.6	88.0	82.0	6.0	99.0	98.5
22nd " ...	86.0	82.0	4.0	99.5	99.2	90.0	81.0	9.0	99.4	98.9
24th " ...	82.5	81.0	1.5	...	98.8	87.0	80.5	6.5	...	98.4
21st Oct. ...	86.0	76.0	10.0	...	99.0	86.0	75.0	11.0	...	98.8
27th " ...	83.5	70.5	13.0	...	98.45	85.5	68.0	17.5	...	98.2
2nd Nov. ...	79.0	70.5	8.5	...	98.6	84.0	71.0	13.0	...	98.5

From this table it is apparent that the punkah exerts an appreciable effect in lowering the temperature of the body, which does not appear so inconsiderable, although it does not amount to half a degree, when it is remembered that the total range of body-temperature does not exceed  $1.3^{\circ}$  in 24 hours. The effect of the punkah on the wet bulb is what might have been anticipated. It, of course, has no effect on the dry bulb, which may be seen to have risen during several of the experiments.

It must be noted that these observations were chiefly conducted at that season of the year when the air is loaded with moisture, and evaporation, even with the artificial help of the punkah, is carried on under the least favorable circumstances. I have no doubt that if similar experiments were made in March or April,—the driest months in Calcutta,—much more marked would be the effect of the punkah both on the body and on the wet bulb thermometer. During the first experiment rain was falling heavily the whole time, and the difference between the dry and wet bulbs was only one degree, so that the humidity must have approached saturation. On this occasion almost no appreciable effect was produced by the punkah on the body-temperature.

On the 18th of August I reversed the order of the experiment. I took my temperature after lying for an hour and-a-half under the punkah, and found it to be  $98.8^{\circ}$  in the rectum, and  $98.1^{\circ}$  in the mouth; the dry and wet bulbs standing at  $84^{\circ}$  and  $80^{\circ}$  respectively. I then stopped the punkah, and an hour afterwards the temperature in the rectum was still  $98.8^{\circ}$ , but in the mouth it had risen to  $98.4^{\circ}$ , while the dry and wet bulbs read  $85^{\circ}$  and  $80^{\circ}$ .

The human body may, therefore, in this climate, in which it is constantly pouring forth a large amount of moisture, be regarded to some extent as a great wet bulb thermometer, affected like it by the condition of the air as regards humidity, and the facilities for evaporation.

Nor is the effect of radiation less marked if it is sufficiently

long continued. Not that any great difference is appreciable between the temperature of the body at different seasons of the year, and I think my observations show the extreme difficulty that must encompass the endeavour to obtain data for such an investigation, the influence of disturbing causes being so unequal and so great; but no doubt remains that the abstraction of heat from the body, by placing it in a medium colder than itself, can be indicated by a thermometer placed in the mouth. My observations contain many instances of this; see (*e. g.*) the Charts of the 8th August, 23rd and 26th of October 1872, and 28th September 1873, when prolonged cold baths were sufficient to reduce the temperature of the body three and four-tenths of a degree. It is true that on each of the occasions on which I tried the experiment my temperature had been previously raised somewhat above the mean temperature of the hour by exercise or food, and the body-temperature soon returns to within the usual limit merely on cessation of the cause of the elevation. But it did so with greater rapidity if the cooling process was facilitated by placing the body in cold water. A cold bath has no effect of this kind under ordinary circumstances; that is to say, if the body is not unusually warm, or if the bath is not prolonged beyond the time commonly spent in it in the interests of ordinary cleanliness. My temperature on the afternoon of the 28th of September 1873 was raised to  $99.4^{\circ}$  by a more than usually hearty meal, the result of a ravenous appetite, itself the consequence of unwonted exertions of a predatory character in the early morning, mitigated, it is true, during the forenoon according to the customs of all true lovers of the chase, and it required a stay of three quarters of an hour in the cold bath before my temperature fell to  $99.1^{\circ}$ , when I began to feel chilly.

In the Chart of the 1st of May\* an instance of a fall of body-temperature produced by sudden change in the temperature of

\* Diag. No. 2.

the air is shown. On that day one of those "north-west" storms, so gratefully known to dwellers in Calcutta in the hot months, on account of their great though temporary influence on the heat, came on between 5 and 6 P.M., substituting an agreeable feeling almost amounting to chilliness for the great heat of the day. I drove down to the "course," where the cold produced by the storm was so great that I was glad to return to my quarters. I found that during the drive, which on ordinary occasions raises it, my temperature had fallen from 99° to 98°. I have on several occasions observed the same rapid fall in the evening when the air was chilly, more especially if at the same time I was insufficiently clad.

The difference of temperature of Europeans in tropical and temperate climates no doubt finds its explanation in the difficulties offered to evaporation and radiation from the surface of the body in such climates as this.

THE TEMPERATURE OF NATIVES.

In the following table 52 observations of the temperature of natives are given, including those of Hindus, Muhammadans, and East Indians, whose temperature I have found to present a native and not a European type.

Table (H) showing 52 Observations of the Temperature of Natives (azillary) at different hours of the day.

	A.M.						P.M.					
	II.	IV.	VI.	VIII.	X.	XII.	II.	IV.	VI.	VIII.	X.	XII.
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...
8	...	...	...	...	...	1	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	1	...	1	1	...	...	...
6	...	...	...	...	...	1	...	2	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	1	1	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	...	...
3	...	...	1	...	1	1	...	1	...	3	1	...
2	...	...	...	...	...	1	2	2	2	...	...	...
1	...	...	...	...	...	...	2	1	...	...	...	...
990	...	...	1	...	...	...	1	1	...	...	1	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	2	...	...	1	...	...	...	...
7	...	...	1	...	...	...	...	1	...	...	...	...
6	...	...	2	1	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	1	...	...	...	1	...	...	...
4	...	1	1	...	1	...	...	...	1	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	1
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
980	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	1	1	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
970	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Mean	...	98.05	98.5	98.67	99.33	99.19	99.21	99.11	99.35	99.15	98.2	...

These temperatures were always taken at rest, never after exertion, and they were always taken in the axilla and not in the mouth for the reasons already mentioned. A comparison of this table with Table F, in which 1,282 observations of the temperature of a European are given, shows that the average temperature of natives is higher than that of Europeans by about half a degree of Fahrenheit. Thus, while the observations of Europeans showed that the great majority of the readings after 10 A.M. was between 98.5 and 99.0°, of 38 observations of the temperature of natives 32 were above 99.0°. It must also be remembered that the observations of the temperature of natives having been made in the axilla, it is necessary to add about 0.2° to each recorded temperature, to make it comparable with observations made on Europeans, which were always made in the mouth. This would make the contrast still greater than appears in the table just given, and it has been done in Diagram I, in which the average temperature of natives and of Europeans in India is contrasted with that of English observers. The difference which gentle exercise, such as that after which many of the observations on Europeans both here and in England were made, must also be borne in mind in estimating the difference of temperature as a result of difference of race.

The high average temperature of natives between 10 and 12 A.M. is probably the consequence of their habit of taking one of their two enormous meals between 9 and 10 A.M.; and the absence of a marked rise of temperature in the evening, which gives a somewhat different character to their mean daily curve, is the consequence of their temperatures having been always taken while they were at rest. These observations of the temperatures of natives were made in August 1873.

The temperature of natives may therefore be considered to lie between 98° and 99° from 10 P.M. to 10 A.M., and between 99° and 100° between 10 A.M. and 10 P.M.

## THE INFLUENCE OF AGE.

I have made 70 observations of the temperature of newly-born children, and am able to corroborate the statements of Dr. Edwards with regard to the temperature of newly-born puppies, guinea-pigs, magpies, and other young creatures, and their inability to withstand cold.

I have been unfortunate in not having met with a single case of breech-presentation since I began my observations of normal temperature, so that I have not been able to take the temperature of any children during birth; for the temperature of children can only be taken with anything like accuracy in the rectum. This has been shown by Bärensprung and others to be somewhat higher than that of the mother both before and during labour, and to be on an average about 100° Fah. After birth the bodies of children cool with surprising rapidity, but not to any great extent until after the division of the cord and the first ablutions. Thus I took the temperature of a female Hindu child three minutes after birth, and before the separation of the placenta and the division of the cord, and found it to be 98.6°. The cord was then divided, and five minutes afterwards the temperature of the child's rectum had fallen to 97.2°, and in half an hour, the child having in the interval been washed, to 94.8°. On another occasion the temperature of a child five minutes after birth, the cord being undivided, was 99.2°; after complete separation from its mother it speedily fell to 97.9. The temperature seems to reach its lowest point within six hours after birth, and afterwards gradually to rise, though it has remained lower than that of adults up to the time they have passed out of my hands according to the regulations of the hospital, that is to say, during the first week.

I give below the rectum temperature of seven children during the first week after birth. Of these, Nos. 1, 2, and 3 were rather weakly children, No. 2 being premature. Nos. 4, 5, and 6 were



large, strong children. No. 7 was premature, and very puny, and died 18 hours after birth. No. 6 was a European child; the others were Hindus.

*Temperature of Newly-born Children.*

No.	AGE IN HOURS.									
	4	6	12	24	36	48	60	72	84	108
1	96.2	95.2	96.4	98.2	97.7	98.4	98.2	95.7	97.4	98.3
2	96.5	95.2	96.1	97.3	98.0	97.0	99.1	97.6	98.6	97.7
3	94.8	94.8	96.4	98.8	98.2	97.5	97.4	98.2	97.2	98.4
4	...	...	97.9	98.8	97.2	98.4	...	99.0	...	...
5	96.1	...	99.0	99.6	98.0	99.5	...	...	...	...
6	...	...	...	99.2	...	...	...	...	...	...
7	92.4	92.9	...	Dead.	...	...	...	...	...	...

The rapid fall of temperature during the first half hour, amounting to four or six degrees of Fahrenheit, is exceedingly remarkable, and might have been considered incompatible with life. It is very much greater than has been recorded as the experience of Barenprung, who found the temperature of children to undergo a fall of only 1.26° to 1.44° Fah. (Wunderlich). My results are, however, strictly in accordance with those of Edwards, who found that the axillary temperature of 10 infants, varying from a few hours to two days in age, varied between 93.5° and 96° Fah. (Todd's Cyclop. of Anat. and Phys.)

The cause of this difference of observation is probably to be found in the difference of the circumstances under which the observations were made. The observations of Edwards and

myself were made on babies lying apart from their mothers, and generally unprotected by clothing; those of Barenprung may have been made under totally different circumstances. This circumstance of proximity to the mother I found to exert a marked influence on the temperature of these babies, and the great variation of the temperature of the same child from day to day, as shown in the table, depended upon this condition more than anything else. The low temperature, for instance, of child No. 1 on the morning of the 4th day (95.7°) was due to its having been lying aside exposed for some time before the observation was made. So much did this influence the temperature of these infants that I was not able to detect the daily fluctuation of temperature which characterises that of adults,—the circumstance of artificial warmth or its absence having so great a disturbing influence as to mask the fluctuation which has been described by others. Finlayson found a *fall* of temperature in the evening of 1°, 2°, or 3° to characterise healthy children.

The cause of the rapid loss of heat by children immediately after birth is not difficult to understand. Previous to birth, the production of heat by a child must be extremely small, surrounded as it is by parts which have a temperature of from 99° to 99.5°, or 100° in the case of native women. The direct loss of heat from the body of the child is also extremely small, which is, indeed, the cause of the small call upon the independent production of heat on its part. When, therefore, at the moment of birth the wet body of the child is exposed to the air, evaporation and radiation from its surface suddenly commence; whereas the physiological process of production of warmth, which in the adult seems always to keep pace closely with the calls made upon it by changing external conditions, hitherto unexercised in the child, is quite unable suddenly to assume with full vigour the powers which it afterwards gradually gains as the child grows in strength. The consequence of this is that the powers of the child

are insufficient to raise its temperature above 94° or 96° Fah., unless assisted by the artificial warmth, to be derived from the body of its mother.

A reference to the table will show that the three strong children, Nos. 4, 5, and 6, acquired the power of compensating loss of heat from the surface by the internal production of warmth a good deal sooner than the three weakly ones, and that the poor little creature No. 7, born in the eighth month, and which died within 24 hours, was unable to raise its temperature above 92.4° Fah., which was very little above the temperature of the air at the time (August 1873).

A great practical lesson underlies this subject,—namely, the duty of the physician to see that newly-born children, especially such as are weakly and premature, are never left exposed unnecessarily to the air, even in a warm climate like this; that they are warmly clad from the very first; and that they receive all the artificial warmth from their mothers possible. The feeble powers of the young infant may be just insufficient to raise its own temperature to a point compatible with the performance of the functions of life, unless aided by the instinct with which mothers are endowed, to lessen the radiation from the surface of their infants by contact with their own person.

From puberty to 50 or 60 years of age the average temperature falls two or three-tenths of a degree. I contrast the average temperature of a man aged 45, with that of natives under 25 in Diagram No. 16. After 60 years the temperature is said to rise again, and at 80 the mean temperature approaches that of infancy.

#### THE CAUSES OF THE DAILY FLUCTUATIONS.

Having now recorded the results of my observations of normal temperature in India, it may be well to enter shortly into the question of the causes of the daily fluctuation.

In order to do so it is necessary, for the sake of the integrity of my argument, to state what is almost an axiom in physiology, that the heat of animals "is the result on the one hand of the *continual production of warmth*, which occurs in almost every part of the body; and on the other hand, of the *ceaseless loss of heat*,—processes which are always going on simultaneously while life remains" (Wunderlich). Granting this, it follows that the daily fluctuation of normal temperature *must* depend on circumstances which give to the one or the other of these processes a certain predominance at certain periods of the day. We will see whether the facts I have recorded are capable, along with the observations of others, of elucidating these propositions, and how far the daily rise and fall of temperature can be explained by the application of general laws.

Taking the mean body-temperature of a European in India to be 98.5°, we have seen that the average daily curve reaches that point between 9 and 10 A.M., and continues above it till between 10 P.M. and 1 A.M., and that, during the remainder of the 24 hours, the curve is as much below as it was above the mean. This is the phenomenon that we seek to explain, and a very short consideration of the conditions of life in respect of the rise and fall of temperature will suffice to show that several factors combine to bring about these results.

The first of these periods, when the body-temperature is above the mean, is in the first place that of the greatest activity of all the animal and organic functions; it is that which has been shown to be characterised by the excretion of a large amount of carbonic acid and urea (Dr. Ed. Smith), the result of chemical changes taking place in the tissues in the exercise of their functions,—chemical changes which are accompanied by the evolution of heat. In other words, it is the period of the day when the production of warmth in every part of the body is at its *maximum*. During the second period, on the contrary, when

the body-temperature is below the mean, the animal functions sink into rest, and the organic functions are carried on in a less energetic manner; it is characterised by a diminution in the exhalation of carbonic acid and urea; it is the period of repair rather than of waste of the tissues, and the chemical changes resulting in the evolution of heat are at their *minimum*. It would have been natural from these premises alone to have predicated that there would be a daily fluctuation in the temperature of animals, and that the period of activity would coincide with the height of the curve, and *vice versa*, and it is unnecessary to pursue this line of argument at length. At the same time let me again point out that sudden increase of the animal functions in exercise, and sudden increase of the organic functions, as after food, cause marked rises of temperature, and produce the irregularities in the daily curves which I have charted. A glance at Diagram I shows that a sudden rise of temperature takes place every morning on the resumption of the daily routine of duty, on the exercise of the will, of the senses, of the muscles, and on renewed calls upon the functions of digestion and assimilation. This sudden rise takes place at any time, but is more marked if the ordinary time of rising from rest is delayed. Even the slight exertion of dressing is accompanied by a rise of temperature.

If, on the other hand, the animal functions are abrogated, even for a short time, in sleep, and that even at the heat of the day, the diminution in the production of warmth, caused by the cessation in the exercise of the mind, of the muscles, &c., I have found to be almost invariably accompanied by a fall of body-temperature. I think it therefore not unreasonable to attribute a great part of the fall of temperature during the night to the more or less complete cessation of the bodily functions, in sleep. It is well known that the temperature of hibernating animals undergoes a rapid and great diminution, reaching a

minimum when their torpor is most profound; and the danger of the profound sleep that follows prolonged exertion amidst snow and ice, finds its explanation as much in the small production of warmth in deep sleep as in the rapid abstraction of heat which the circumstances entail. I have again frequently found my temperature at 6 A.M. nearly a degree higher than usual, after a restless or sleepless night, showing that the less profound the sleep, the less does the temperature fall below the mean during the time of the lowering of the daily curve.

In the second place, the period of high body-temperature is that in which the loss of heat from the body is least, for it corresponds on days on which no exercise is taken pretty closely with the curve of the temperature of the atmosphere. The Chart of the 4th May 1873 is an example of this, and other Charts might have been given showing the same curve still more strikingly. On such days the highest point in the daily curve corresponds to the time when the temperature of the air is at its height, and when evaporation from the surface of the body is at its minimum, that is to say, at from 3 to 5 or 6 P.M., according to the season. I find that Dr. Ogle's observations bear the same interpretation, for he found that the temperature of a female under observation, and living under the same conditions, reached its height at from 3 to 5 P.M., while the maximum was not arrived at in his own instance till between 6-30 and 7-30, the only difference in their mode of life being that while he took gentle exercise late in the afternoon, the female took little or none. The effect of exercise in this climate in raising the temperature of the body is so great, that it causes the maximum temperature of the day to be delayed till 8 P.M. on an average, that is, three or four hours later than might in strictness be called the normal time for the highest part of the curve. I have preferred to give the mean of my whole observations in the general tables, and have not selected days on which exercise was not taken, because the effects of

gentle exercise must be considered as normal states of the healthy human body; because, in practice observations of temperature must be taken as often after gentle exercise as at rest; and because my observations would not otherwise have been comparable with those of Ogle and others.

As we know that the temperature of the body increases with the difficulty of radiation from the surface, and the increased temperature of the medium in which it is placed, as shown by thermometrical observations in heated chambers,\* and by comparative observations in temperate and tropical climates, we now find that the same difficulties regulate the daily rise and fall of the normal curve of temperature to a certain extent. As the temperature of the air increases and falls, the temperature of the body waxes and wanes. But I hold that this factor in determining the daily fluctuation is inferior in power to that which we have already considered,—namely, the activity of the bodily functions; for the effect of raising the temperature of the medium has been found by experiment to be comparatively trifling, and has been fixed at about  $\frac{1}{10}$ th of a degree for each degree that the temperature of the medium rises. This, if it were the only cause of the daily rise and fall of the temperature of the body, would imply a daily fluctuation of atmospheric temperature of about 26°, whereas the mean daily fluctuation in the shade at Calcutta is only from 10° to 15° Fah.

The body-temperature normally reaches its minimum at from 2 to 4 A.M., which is the time when the temperature of the air is also at its minimum, and the bodily functions are at their lowest ebb; the time at which nurses are cautioned to be careful

\* In the Red Sea in the beginning of June 1872, at the "breaking" of the monsoon, when the air was laden with moisture, I took my temperature in the "stoke-hole" of the steamer of which I was a passenger, the heat there being 110° Fah., and found it after a quarter of an hour to be 101° Fah.

to administer stimulants and support to enfeebled patients; the time when most patients die.

Dr. A. H. Garrod, in a paper on the "Causes of the Minor Fluctuations of the temperature of the Human Body," read before the Royal Society, attributes the fall of temperature that takes place at night to the abstraction of heat from the body by the cold linen bed-sheets. I cannot join with him in this explanation of the phenomenon, chiefly because the fall of temperature does not *commence* at the time of going to bed, but in the evening between 6 and 9 P.M., before any change has been made in the coverings of the body; this is also the time when the diminution in the exhalation of carbonic acid begins.

Ogle discusses the question whether light is the cause of the daily fluctuation. The temperature of most plants is affected by light. Normally the temperature of plants begins to rise at day-break. The elevation increases as the sun mounts higher above the horizon, and reaches its maximum at from noon to 3 P.M.; then the plant gradually cools, till at night it has sunk to the level of the air. But "if the plant be kept in perfect darkness, the rise is for one or two days less decided, and then entirely ceases." Dr. Ogle tried the experiment for eight successive weeks of allowing no light to reach him till 8-30 A.M., and yet found the morning rise of temperature to occur with undiminished intensity, and he concludes that it is independent of light.

I think that this conclusion is a hasty one, and scarcely justified by the experiment which, if applied in the same partial manner to plants, would probably be followed by equally negative results. Plants deprived, as many plants are, by position, &c., of a few hours of morning light, would probably be as little affected in their daily curve of temperature as Dr. Ogle was, if it is true that in *perfect* darkness they maintain it for even a few days only.

I have been struck with one thing during my observation, and that is, the influence of habit on the daily curve of temperature. The high temperatures between 6 and 8 P.M. are, undoubtedly, the effect of exercise taken at that time. This was almost the only time that it was possible for me to take exercise, and I took it with great regularity. Yet it not infrequently happened that I was obliged to intermit this practice, and it was curious to find my temperature rise at this hour as usual, although no exertion was made. This occurred on several occasions, and it has an important bearing on the conclusions, to be drawn from Dr. Ogle's experiment on himself with regard to the influence of light on the daily fluctuation of temperature; for it shows that a certain periodicity is stamped upon the phenomena connected with the temperature of the healthy body, as the result of long continued habit, independently of any specific or immediate cause. I think, therefore, that we cannot, without some more thoroughly carried out experiments on animals, unreservedly admit Dr. Ogle's conclusion that the daily fluctuation of temperature is independent of light. The fact that the exhalation of carbonic acid and the temperature of animals and plants increase and diminish in relation to the amount of light under ordinary circumstances, is an interesting one, and worthy of more extended investigation.

#### ABNORMAL TEMPERATURE.

In the Diagram of the 11th August, and in that of 9th November 1872,\* examples of deviation from normal temperature are shown; produced in one instance by an attack of diarrhoea, the result of eating over-ripe fruit, and in the other, by a slight nasal catarrh. These charts show that even such slight departure from absolute health, as is implied by these trifling illnesses, is accompanied by a totally different range of daily tempera-

\* Diags. 14 and 15.

ture from that of health. The character of the curve is not however very different; it is only displaced six or eight-tenths of a degree higher in the scale. Disease has by some been defined as an exaggeration of some of the conditions of health, and it is evident that the low morning and high evening temperatures, which are so characteristic of many diseases, are merely an exaggeration of the daily fluctuation of normal temperature.

#### GENERAL SUMMARY.

1. In consideration of the constantly varying temperature of sick persons, and the initial errors of ordinary clinical thermometers, which render *absolutely scientifically* correct observations of temperature in disease unnecessary or impossible of attainment, *the temperature may be ascertained in the axilla for all practical purposes in 10 minutes.* When the thermometer is retained for three or five minutes only, the observation is not trustworthy. The mean error after 10 minutes is only 0.153° Fah., and is of no importance practically.

2. The more recent observation of normal temperature in England show that *the mean temperature of health in temperate climates* has hitherto been over-estimated, and that instead of being put down at 98.4° or 98.6°, as in our text-books, it *does not exceed 98.0° Fah.*

3. One of the effects of residence in the climate of Lower Bengal on the health of Europeans is to raise their mean temperature from 98.0° to 98.5° Fah.

4. Change of climate does not influence the character or extent of the average daily fluctuation of temperature in health, which observes a curve running parallel with that of European observers, but half a degree higher, and amounts in India as in England to about 1.3° Fah., ranging in the former from 97.7° in the early morning to about 99.0° in the evening, which are the periods of minimum and maximum temperature respectively in both countries.

5. The result of 1,282 observations of normal temperature of a European in India is to show that under all circumstances, not exceeding limits which are strictly physiological, and including gentle exercise, a variation of nearly  $2^{\circ}$  Fah. must be allowed for at every hour of the day, and an amplitude of fluctuation of body-temperature of  $2.6^{\circ}$  Fah., namely, from  $97.3^{\circ}$  to  $99.9^{\circ}$  Fah. in the course of the 24 hours.

6. The chief causes of these variations from the usual curve are: 1st, exercise and food which raise the temperature; and 2nd, sleep at unusual hours which depresses the body-temperature. Excluding these causes of deviation, the variations of temperature at each hour of the day are limited to  $1^{\circ}$  Fah; that is to say, to half a degree on either side of the line, representing the daily curve of temperature of Europeans in India in Diagram I.

7. The effect of exercise in raising the temperature of the body is invariable and generally considerable, and occurs at all periods of the day; even after such gentle exertion, as that of dressing or changing from the recumbent to the sitting posture, a rise of temperature is observed. The effect of food is less marked, but is distinct after the morning and midday meals; but is lost in the downward tendency of the normal curve of daily fluctuation which takes place at the time of the evening meal. The diminution of temperature during sleep is considerable at all times.

8. The temperature of the body is raised by whatever hinders radiation and evaporation from the surface, as a warm atmosphere, or thick, badly conducting clothing. It is lowered by whatever promotes radiation and evaporation from the surface, as light clothing, the use of a punkah, or a prolonged cold bath.

9. The temperature of natives of India, including East Indians, is higher than that of Europeans resident in it, by about half a degree of Fahrenheit.

10. The temperature of children is lower than that of adults during the first week after birth. Immediately after birth a very rapid and great diminution of temperature occurs, especially in feeble infants, amounting to  $4^{\circ}$  or  $6^{\circ}$  Fah. in half an hour; dependent on exposure (radiation and evaporation from the surface), and the inability of the calorific function, suddenly called into force, to compensate for the sudden removal of the external (maternal) source of warmth, which occurs at the moment of birth. The temperature of children is liable to greater variations than that of adults from similar causes acting on them afterwards.

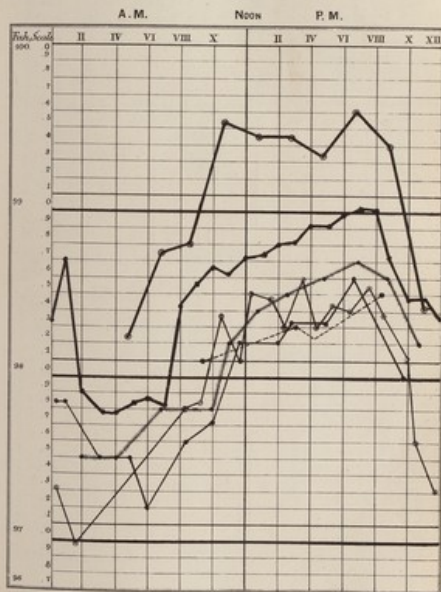
11. The health of an adult European in India may be regarded with suspicion, if his temperature is persistently above  $98.5^{\circ}$  in the early morning, or  $99.5^{\circ}$  in the evening, and is not due to exercise. A temperature of  $99.0^{\circ}$  in the morning, or  $100.0^{\circ}$  in the evening at rest, is not incompatible with perfect health in the case of natives.

12. These remarks refer to temperatures taken in the mouth: a deduction of  $0.25^{\circ}$  should be made from these figures in estimating the value of an observation made in the axilla; or  $0.4^{\circ}$  should be added if the temperature is taken in the rectum.

NORMAL TEMPERATURE IN INDIA.

NO. I.

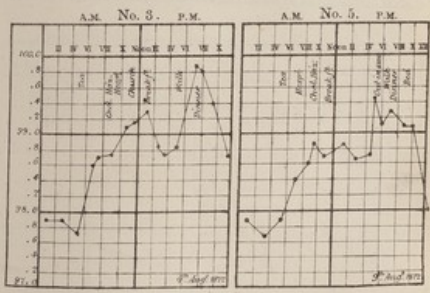
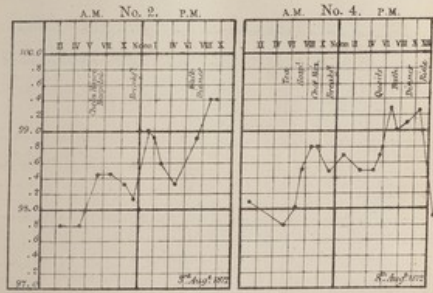
DIAGRAM showing the Daily Range of Temperature of European Observers (\*), and of Europeans living in Bengal (—), and of Natives of India (—).



\* European Observers Ogle — Casey —  
 Allbutt — Rattray —

To face page 568.

NORMAL TEMPERATURE IN INDIA.

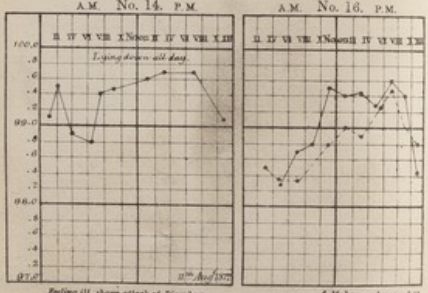




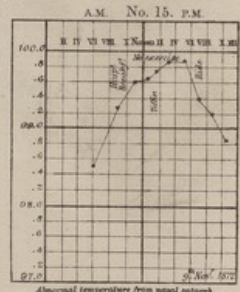


x *Disinfectant*

NORMAL TEMPERATURE IN INDIA.  
Influence of Age. (Natives.)



Failing ill, sharp attack of Diarrhoea in the forenoon. ———— A. Muhammedan aged 45. ———— Feels under 15.



*MacKendrick* x

PAPER No. I.—Read before the Royal Society of Edinburgh, April 21, 1873.

THE Authors of this communication have more especially directed their attention to the problem of the specific effect produced on the retina and optic nerve by the action of light. Numerous hypotheses have been made from time to time by physicists and physiologists; but up to the present date our knowledge of the subject is without any experimental foundation. For example, Newton, Melloni, and Seebeck stated that the action of light on the retina consisted of a communication of mere vibrations; Young conjectured that it was a minute intermittent motion of some portion of the optic nerve; Du Bois-Reymond attributed it to an electrical effect; Draper supposed that it depended on a heating effect of the choroid; and Moser compared it to the action of light on a sensitive photographic plate.

It is evident that, in accordance with the principle of the transference of energy now universally accepted, the action of light on the retina must produce an equivalent result, which may be expressed, for example, as heat, chemical action, or electro-motive power. It is well known that the electro-motive force of a piece of muscle is diminished when it is caused to contract by its normal stimulus, the nervous energy conveyed along the nerve supplying it; and similarly a nerve suffers a diminution of its normal electro-motive force during action. In the same manner, the amount and variations of the electro-motive power of the optic nerve affected secondarily by the action of light on the retina, are physical expressions of

certain changes produced in the latter; or, in other words, are functions of the external exciting energy, which in this case is light. Considerations such as these led us to form the opinion that the problem of what effect, if any, the action of light has on the electro-motive force of the retina and optic nerve, would require for its investigation very careful and refined experiment.

The inquiry divided itself into two parts,—first, to ascertain the electro-motive force of the retina and nerve; and, second, to observe whether this was altered in amount by the action of light. The electro-motive force of any living tissue can be readily determined by the method of Du Bois-Reymond. This great physiologist found that every point of the external surface of the eyeball of a large tench was positive to the artificial transverse section of the optic nerve, but negative to the longitudinal section. This he accomplished by the use of his well-known non-polarizable electrodes, formed of troughs of zinc carefully amalgamated, containing a solution of neutral sulphate of zinc, and having cushions of Swedish filter paper on which to rest the preparation. (To protect the preparation from the irritant action of the sulphate of zinc, a thin film or guard of sculptor's clay, moistened with a 75 per cent. solution of common salt, and worked out to a point, is placed on each cushion.) These electrodes were connected with a galvanometer, and the preparation was placed so that the eyeball, carefully freed from muscle, rested on the one clay-guard, while the transverse section of the optic nerve was in contact with the other. By following Du Bois-Reymond's method, we have had no difficulty in obtaining a strong deflection from the eyes of various rabbits, a cat, a dog, a pigeon, a tortoise, numerous frogs, and a gold fish. The deflection was frequently so much as to drive the spot of light off the galvanometer scale.

With regard to the second question—namely, whether, and to what extent, the electro-motive force would be affected by light? we found more difficulty. The method followed was to place the eyeball on the cushions in the manner above de-

scribed, to note the deflection of the galvanometer needle, and then to observe whether or not any effect was produced on the impact of a beam of light, during its continuance, and on its removal. In a few of our earlier experiments we used Du Bois-Reymond's multiplying galvanometer, but finding the amount of deflection obtained was so small that the effect of light could not be readily observed, we have latterly used Sir W. Thomson's exceedingly sensitive reflecting galvanometer, kindly lent us by Professor Tait. We met also with secondary difficulties, such as the dying of the nerve, the impossibility of maintaining an absolutely constant zero, and an absolutely constant amount of polarity, the effects of heat, &c.; but these difficulties we have overcome as far as possible by the most approved methods. The changes in polarity of the apparatus occurred slowly, and could not be mistaken for the changes produced by the action of light, which we found occurred suddenly, and lasted a short period of time. It is also important to state that the deflections we observed do not at present profess to be absolute, but only relative values. About five hundred observations were made previous to the date of this first communication, and we took every precaution to obtain accurate results. The effects of heat were carefully avoided, by covering over the troughs, on which the eye under examination rested, with a spherical double-shell of glass, having at least an inch of water between the walls.

The results we have arrived at are as follows—

1. The action of light on the retina is to alter the amount of the electro-motive force to the extent of from 3 to 7 per cent. of the total amount of the natural current.
2. A flash of light, lasting the fraction of a second, produces a marked effect.
3. A lighted match, held at a distance of four or five feet, is sufficient to produce an effect.
4. The light of a small gas flame enclosed in a lantern, and caused to pass through a globular glass jar (12 inches in diameter), filled with a solution of ammoniacal sulphate of

copper or bichromate of potash, has also produced a change in the amount of the electro-motive power.

5. The action of light on the eye of the frog is as follows:—When a diffuse light is allowed to impinge on the eye of the frog, after it has arrived at a tolerably stable condition, the natural electro-motive power is in the first place increased, then diminished; during the continuance of light, it is still slowly diminished to a point where it remains constant; and on the removal of light, there is a sudden increase of the electro-motive power nearly up to its original position. The alterations above referred to are variables, depending on the quality and intensity of the light employed, the position of the eyeball on the cushions, and modifications in the vitality of the tissues.

6. Similar experiments made with the eye of warm-blooded animals, placed on the cushions as rapidly as possible after the death of the animal, and under the same conditions, have never given us an initial positive variation, as we have above detailed in the case of the frog, but always a negative variation. The after inductive effect on the withdrawal of light occurs in the same way.

7. Many experiments have been made as to effect of light from different portions of the spectrum. This was accomplished by causing different portions of the spectrum of the oxy-hydrogen lime-light to impinge on the eye. All these observations tend to shew that the greatest effect is produced by those parts of the spectrum that appear to consciousness to be the most luminous; namely, the yellow and the green.

8. Similarly, experiments made with light of varying intensity, shew that the physical effects we have observed vary in such a manner as to correspond closely with the values that would result if the well-known law of Fechner was approximately true.

9. The method followed in these inquiries is a new method in physiological research, and by the employment of proper appliances, it may be greatly extended, not only with regard to vision, but also to the other senses.

PAPER No. II.—*Read 5th May 1873.*

SINCE the date of the first communication, we have endeavoured to obtain quantitative results, involving time as a variable element in the case of the action of light on the retina and optic nerve. We have, therefore, found it necessary to construct a true graphical representation of the variations of the electro-motive force occasioned by the impact and cessation of light. It is clear that to register minute galvanometrical alterations, the only plan that could be employed would be to photograph on a sensitive surface, covering a cylinder rapidly revolving on a horizontal axis, the alteration of position of the spot of light reflected from the mirror, just as continuous magnetic observations are registered. As the apparatus required to execute these observations is very complicated, and would require much preliminary practice, we have in the mean time adopted a simpler method of registration. This plan is to note the position of the galvanometer at equal intervals of time, before, during, and after the impact of light on the eye. In these observations we have used a seconds pendulum giving a loud beat. One observer reads aloud the galvanometer; the other marks every interval of two and a-half seconds, registers the numbers obtained, and regulates the supply of light. A little practice in the method above described has enabled us to obtain very satisfactory results, agreeing very closely in different observations, and shewing in a decided way the salient points of the variation curve.

These curves show that on the impact of light there is a sudden increase of the electro-motive force; during the continuance of light it falls to a minimum value, and on the withdrawal of light, there is what we term an *inductive effect*, that

is to say, a sudden increase of the electro-motive force which enables the nerve to acquire its normal energy. The falling off of the electro-motive force by the continued action of light, is the physical representative of what, in physiological language, is called fatigue; the inductive effect exhibiting the return of the structure to its normal state. Occasionally the impact of light is not followed by a rise in the electro-motive force, but by a diminution. This is probably to be explained by the fact, that the death of the retina and nerve is indicated by a gradual falling of the electro-motive force, and that this change frequently goes on so rapidly that the impact of light is unable to produce any rise. In these circumstances, the spot of light, which before the impact of light was slowly moving downwards, is on the impact steadied for a moment, and then pursues its downward course more rapidly.

We have carried out since last communication, several distinct sets of observations:—

1. We have proved that though there is no difficulty in obtaining a strong current from the skin of the frog, this current is not affected by light. This observation demonstrates that the pigment cells of the skin in the vicinity of the cornea have nothing to do with the results obtained.

2. The current obtained from a mass of the pigment cells of the choroid, does not exhibit any sensitiveness to light.

3. The subcutaneous injection into the frog of woorara, santonin, belladonna, and calabar bean, does not destroy the sensibility of the retina to light.

4. As to the action of the anterior portion of the eye. On carefully bisecting an eye of a frog, so as to remove completely the anterior portion, including cornea, aqueous humour, iris, ciliary-muscle, and lens, and on bringing the retina into actual contact with one of the clay pads, we readily obtained a large deflection, which was as sensitive to light as when the whole eye was employed, thus eliminating any possibility of the contraction of the iris under the stimulus of light having to do with the results previously obtained.

5. On using the anterior portion of the eye, so that the cornea and posterior surface of the crystalline lens were the poles, we obtained a large deflection, which was, however, insensible to light.

6. The sclerotic and nerve without the retina, in the same manner, gave a large natural electro-motive force, also not sensitive.

7. The distribution of the electro-motive force between the different portions of the eye and cross section of the nerve may be stated as follows: The most positive structure is the cornea, then the sclerotic, then the longitudinal surface of the nerve; the cornea is also positive to the posterior surface of the crystalline lens, and the retina itself seems to be positive to the transverse section of the nerve.

8. As to the effects produced by lights of different intensities. If a candle is placed at a distance of one foot from the eye, and then is removed ten feet, the amount of light received by the eye is exactly one hundredth part of what is got at a distance of one foot, whereas the electro-motive force, instead of being altered in the same proportion, is only reduced to one-third. Repeated experiments made with the eye in different positions has conclusively shewn that a quantity of light one hundred times in excess of another quantity, only modifies the electro-motive force to the extent of increasing it three times as much, certainly not more.

9. It was apparent to us that these experiments would ultimately bear upon the theory of sense-perception as connected with vision. It is now generally admitted that no image, as such, of an external object, is conveyed to the sensorium, but that in reality the brain receives certain impressions of alterations taking place in the receiving organ. The natural query then arises,—are the physical effects we have described and measured really comparable in any way with our sensational differences in light perception, when we eliminate all mental processes of association, &c., and leave only perception of difference of intensity? In other words, are these changes the

representative of what is conveyed to the sensorium! It would appear, at first sight, that this problem is altogether beyond experimental inquiry. There is, however, a way of arriving at very accurate measures of the variation of our sensational differences in the case of light, and this has been developed theoretically and experimentally by the justly renowned physiologist Fechner. Stating the law of Fechner<sup>1</sup> generally, we may say, the difference of our sensations is proportional to the logarithm of the quotient of the respective luminous intensities. A recent series of experiments by Dalbœuf<sup>2</sup> has entirely confirmed the truth of this law. If, therefore, the observed differences in electro-motive power, registered under conditions of varying luminous intensity, agree with this law of Fechner, regulating our sensational impressions, then there can be little doubt these variations are the cause of, and are comparable to, our perception of sensational differences. Now, we have stated above, that with a quantity of light 100 times in excess of another quantity, the electro-motive force only becomes three times greater. According to Fechner's law, we may say the difference of our sensations, with that variation in the amount of luminous intensity, would be represented by 2, the logarithm of 100. Our experimental results being as 3 to 1, the difference is also 2, thus agreeing very closely. It is to be remembered, however, that these results have been obtained by experiment on the eye of the frog, but similar changes have been observed in the eyes of mammals. In the latter, however, the amount of alteration is not so great, in all probability owing to the rapid death of the parts.

10. When one clay-point is placed in contact with the cornea or nerve, and the other with the section of the optic lobe, a current is at once obtained which is sensitive to light. In this experiment the eye is left in the orbit, and the nerve is uninjured. Thus, the effect of light on the retina has been traced into the brain.

<sup>1</sup> Fechner, *Elemente der Psychophysik*. Helmholtz, *Optique physiologique*.  
<sup>2</sup> Recent Memoir to Belgian Academy.

PAPER No. III.—Read 2d June 1873.

SINCE the date of our last communication, we have continued our investigations, with the following results:—

1. The light from a beam of uncondensed moonlight, though of weak intensity, and almost entirely free from heat rays, is still sufficient to alter the electro-motive power of the nerve and retina.

2. We have examined the phenomenon in the eyes of the following animals:—

(1) The common newt—*Triton aquaticus*; (2) The goldfish—*Cyprinus auratus*; (3) The rockling—*Motella vulgaris*; (4) The stickleback—*Gasterosteus trachurus*; (5) The common edible crab—*Cancer pagurus*; (6) The swimming crab—*Portunus puber*; (7) The spider crab—*Hyas coarctatus*; (8) The hermit crab—*Pagurus Bernhardus*; and (9) The lobster—*Homarus vulgaris*.

The general results with the eyes of these various animals, were similar to those we have previously described. The eye of the goldfish and rockling, both sluggish fishes, were found to resemble each other, inasmuch as the variations in the electro-motive force were slow, and in this respect they presented a marked contrast to those of the active and alert stickleback, the eye of which was very sensitive to light.

The experiments on the eyes of crustacea are of importance, because they show that the action of light on the compound eye is the same as on the simple eye, namely, that it alters the amount of the electro-motive force of the sensitive surface. The eye of the lobster was found to give a deflection of about 600 galvanometrical degrees, the scale being placed at a dis-

tance of about twenty-six inches. Light produced a variation in this deflection of about 60 degrees,—that is, about ten per cent, the largest amount of variation we have yet observed in any eye. It was also demonstrated that the effect of light, diminished in intensity by distance, was exactly what was observed in the case of the simple eye. For example, at the distance of one foot, a variation to the extent of about 100 degrees was observed. At a distance of ten feet, with 1-100th part of the amount of light, the effect was not 1 degree, but 20 degrees, or one-fifth of the total amount observed at one foot.

2. The action of light on the electro-motive force of the living eye in cats and birds (pigeon and owl) has been observed. In our earlier experiments, we found great difficulty in observing sensitiveness to light in the eyes of mammals and birds, when these were removed with the utmost despatch from the orbit of the animal immediately after death. This was evidently owing to the fact, that the sensibility of the nervous system in these animals disappears quickly after the withdrawal of healthy blood. It, therefore, became necessary to perform the experiment on the living animal. This was done by first putting the cat or bird under the influence of chloroform, then fixing it by a proper apparatus so that the head was perfectly immovable, and lastly removing the outer wall of the orbit with as little disturbance to the ciliary vessels as possible. The optic nerve was now cut, the transverse section directed upwards, and the clay points of the electrodes were now adjusted, one to the transverse section of the nerve, and the other to the cornea. With these arrangements, we at once found a strong current extremely sensitive to light.

4. The effect was traced into the optic lobes of a living pigeon under chloroform. The following were the results of this observation:—*a.* When one pole was applied to the left optic lobe, and the other to the cornea of the right eye, a deflection was obtained which was sensitive to light; *b.* When the pole was removed from the right eye and applied to the cornea of the left, a smaller deflection was obtained, also

sensitive to light; and *c.* When light was allowed to impinge on both eyes, while the one pole was in contact with either eye and the other with the left optic lobe, the result was nearly double that produced by the impact of light on one eye alone, either right or left. These effects may be explained by the decussation of the optic nerves in the optic commissure.

5. The eye of a snake<sup>1</sup> was examined, and in its action resembled that of the frog.

6. We are therefore now in a position to state, that the law of the variation in the electro-motive force of the retina and optic nerve, holds good in the following groups of the animal kingdom, Mammalia, Aves, Reptilia, Amphibia, Pisces, and Crustacea.

7. Many experiments have been made which prove that the psychophysical law of Fechner, alluded to in previous communications, is not dependent only on perception in the brain but in part on the structure of the eye itself. The effects which occur on, during, and after the action of light on the retina, also take place after the eye has been removed from all connection with the brain. Thus the law of Fechner, is not, as has been hitherto supposed, a function of the brain alone, but is really a function of the terminal organ, the retina.

8. We have also employed a new method of registering galvanometrical variations, which may be of service in many physical and physiological researches. This consists in placing at the proper distance from the galvanometer, instead of the ordinary graduated scale, the surface of a cylinder covered with paper, and moving on a horizontal axis by clock-work. The spot of light reflected from the galvanometer mirror is rendered more precise by having the shade of the galvanometer lamp blackened over the entire surface, with the exception of a spot about three millimetres in breadth, in the centre of which a line or cross is made of soot. The image of this line

<sup>1</sup> Kindly sent us by Mr Bartlett, of the Zoological Gardens, Regent's Park. We have also to acknowledge the kindness of Mr Lloyd, Manager of the Crystal Palace Aquarium, who supplied us with three specimens of *Eledone* (a cuttle-fish, to represent *Mollusca*), but none arrived alive.

or cross is of course reflected by the mirror upon the cylinder. When the cylinder is set in motion by the clock-work, the spot of light may be accurately followed by the hand of the observer, after a little practice, with a fine brush moistened with ink. The cylinder we employed performed a complete revolution in eighty seconds. This time was divided into four equal parts each representing twenty seconds, by four lines drawn transversely at equal intervals across the paper on the cylinder. The first space, between lines one and two, represented twenty seconds, in which the eye was in the dark, and in which the electro-motive force is represented by a straight line; the second space, between lines two and three, represented twenty seconds, during which the effect of the impact of light took place, and in which the variation of the electro-motive force is indicated, either by a curve to the right or to the left; the third space, between lines three and four, represented twenty seconds of continued action of light, during which the electro-motive force gradually rises; and lastly, the fourth space, between lines four and one (the point of starting), represented twenty seconds, during which the electro-motive force at first rises on the withdrawal of light, and afterwards sinks rapidly.

ON THE  
USES AND DERANGEMENTS  
OF THE  
GLYCOGENIC FUNCTIONS OF THE LIVER.

BY GOUVERNEUR M. SMITH, M.D.

I HAVE listened with great interest, Mr. President, to the elaborate paper on "Sugar Formation in the Liver," which has been read to the Academy this evening by Dr. Dalton. Being engaged more especially in the study of the practical branches of medicine, I scarcely feel like acceding to the invitation to take part in the discussion of a question so purely physiological as the one which has just been presented.

As, however, it has so happened that my attention has been somewhat directed to the subject of glycogenesis and production of the various proximate principles in the vegetable kingdom, and have laid some inferences upon these points before this body in a paper on vegetable assimilation, about two years and a half ago, and as I have also recently called your attention to the generation of sugar in the animal economy during lactation and in persons suffering with diabetes, I will perhaps venture to add a few words on this occasion, in the hope of turning the debate in a practical direction, but without diverging from the subject legitimately under consideration.

It seems to be proved, by the experiments of Bernard, Flint, Lusk, and Dalton, that the liver possesses the property of generating saccharine material. This animal sugar can be traced from its source to the right side of the heart and to the lungs, but in these emunctories it for the most part disappears; in the blood of the general circulation it can scarcely be detected.

A question which is at the same time physiological and rele-



vant to the one under discussion, is the use of this sugar which is found at all abundantly, at least, in such a comparatively small portion of the vascular system? This point has not been alluded to this evening, nor do I know whether or not physiologists have come to any definite conclusions concerning it. Until we are furnished with more light on this subject, we are incompetent to elucidate various morbid conditions which appear to me possibly to have a more or less dependence upon varying supplies of hepatic sugar.

Is the sugar a mere product of disassimilation, as some have argued, in this respect like urea, but unlike it in the fact that sugar is not an excretory material, and can be usefully appropriated in the economy? Sugar is certainly very different in character from the ordinary products of disassimilation, such as we generally regard them, as for example creatine, creatinine, etc. Sugar is taken as food *per se*, as are also other principles readily convertible into it. Beneficial results doubtless follow such ingestion, for there seems an instinctive craving for the materials of the kind just mentioned.

In vegetables we observe various metamorphoses of organic matter, it being the final resultants which are utilized in assimilation. In the animal kingdom the sugar may in part be directly appropriated. Another part may be regarded as a principle which is an intermediate one, in some similar chemical series of transformations as occurs in plants, the ultimate products playing important and conclusive roles in the economy. Sugar, being a familiar substance and comparatively easily detected, has been isolated and made an object of special interest as formed by the liver. It seems to be most probable that sugar is a product rather of the chemical metamorphoses of materials preparatory to assimilation, than a result of organic detrition.

Now, in whatever light we regard hepatic sugar, whether as a result of disassimilation—which is a view, as has been stated, that some have advocated—or as a distinctive product so to speak, we have yet to trace its special influence upon the animal economy.

Nor is this amount of animal sugar so insignificant as to be unworthy of notice. It is constantly being generated irrespec-

tive of the chemical nature of the aliment, though its formation seems more liberal if the pabulum has been amylaceous and saccharine in character. According to the careful experiments of Dr. W. T. Lusk, the blood of the right side of the heart, in carnivorous animals, contains from a quarter to half a grain of glucose per fluid ounce under normal circumstances. Though such a large proportion of sugar does not occur in the blood of the general circulation, nevertheless, as the supply of hepatic sugar is so constant, we can infer that the amount formed during the course of twenty-four hours amounts to no inconsiderable quantity.

Fibrin, according to Lehmann, is present in the blood in the proportion of only 4.05 in 1,000, but this modicum suffices to subserve most important uses in the animal economy. A small percentage may consequently, under certain conditions, yield an unexpectedly large aggregate. The amount of urea detected on analyzing the blood seems almost infinitesimal; but when this product of disassimilation is gathered by excretories and excreted, its measure is by no means trivial, varying, according to Parkes, from 286 to 688 grains *per diem*.

As, therefore, sugar is so constantly formed in the liver and in appreciable amounts, it must have a purpose in the economy of sufficient moment to deserve our special investigation; but the thoughts now hurriedly offered on the subject must merely serve as texts for a more extended and future consideration.

Derangements of the glycogenic function of the liver have been almost entirely overlooked as causes of disease, with the exception of the attention directed to the subject in reference to diabetes. In the various forms of functional and organic disorders of the liver, morbid conditions have been attributed to abnormal qualities of the biliary secretion, while they may have been at least in part due to a defective supply of saccharine material. If the liver during health is constantly generating sugar, such production is for some beneficent purpose. This function is as liable to interruption as are the other vital operations, and interruptions of physiological processes induce morbid *sequela*.

A diminished formation of sugar in the animal economy must be characterized by as remarkable abnormal phenomena

as those which mark a too bountiful generation of saccharine material. In diabetes we preclude, at times, the use of sugar and of proximate principles liable to conversion into that body, for the reason that the system seems already surcharged with it. There is doubtless an opposite condition to this in which the animal organism suffers from an insufficient supply of sugar, and such condition, so far as I am aware, has not attracted any very special notice. Patients suffering under a natural deprivation, of the kind indicated, can to a certain extent be relieved by artificial means in the same manner as we can supply deficiencies of iron, of phosphorus, etc.

It is reasonable to suppose that hepatic glycogenesis may, under peculiar circumstances, be either arrested or so modified that the supply of sugar in the economy may be greater or less than in health. The symptoms indicating such conditions must vary in degree according to the intensity either of the interruption or augmentation of the function.

Now, in order that we can more thoroughly appreciate the pathological states just alluded to, we must better comprehend the physiological uses of the glycogenic function of the liver.

It may not be inappropriate, in this connection, to review for a moment the uses of sugar in the vegetable kingdom. It is not proposed at this time to speak of the method of generating sugar and other proximate principles in full growing plants, for this topic I have presented on a former occasion and illustrated with chemical diagrams.\* The subject can be most readily studied in examining the growth of embryotic plants.

The seeds of plants ordinarily contain a large amount of starch, which material is chiefly stored either in the cotyledons or in the surrounding tissues. In some seeds the fixed oils are found abundantly as a substitute for starch, and subserve a similar purpose; but on this point it is unnecessary to enlarge. When these seeds containing starch are placed under circumstances favoring germination, the starch is converted into dextrine and thence into sugar. The latter being soluble is easily absorbed by the cotyledons, radicles, and plumules of the embryo.

\* Bulletin of the N. Y. Acad. of Med. Vol. III.

The sugar thus appropriated is disposed of by the plantlet in two ways. One part is converted into acetic acid, which in turn is transformed by oxidation into carbonic acid and water. An evolution of heat attends these processes of vital chemistry, and the young plant is thus early enabled to maintain a suitable degree of temperature. Another part of the sugar is converted into permanent tissue, either into cellulose,  $C_6H_{10}O_5$ , which is isomeric with sugar, or into some other structure composed of the ultimate inorganic elements just enumerated.

This brief exposition must suffice to show the chief uses of sugar in the vegetable economy, and if the botanists have been correct in their interpretation of the phenomena characterizing assimilation and the production of heat in plants, we are perhaps partially furnished with a guide to the study of the uses of sugar in the animal kingdom. It is scarcely necessary to add that while it is possible to follow certain parallels of similarity between the organic kingdoms of Nature, we should bear in mind that in some essential functions they are as diverse as they are congeneric in others.

A few words now in regard to the physiological uses of the glycogenic function of the liver, in the hope of throwing light upon some pathological and other conditions which may be attributable to variations in the function.

In the paper on Diabetes, which I read before this academy in February last,\* a divergence was made from the subject for a moment in order to suggest a new office for the liver during lactation. A brief repetition of the general view then expressed may not be inappropriate to this occasion as illustrating one phase of the topic under consideration.

After citing some instances of the increased production of hepatic sugar induced by certain reflex influences, the following theory was advanced. It is well known that sugar occurs in milk in the largest proportion of any of the organic lacteal proximate principles. It was suggested that this sugar was not formed *de novo* by the breasts, as has been contended by physiologists, but was elaborated by the liver and simply separated from the blood and appropriated by the *mammae* as lactose,

\* Transactions of the N. Y. Acad. of Medicine. Vol. III.

possibly after having undergone a slight transition. The glucæmia under such circumstances, however, must be greater than ordinarily occurs. Such increased glucæmia was thus accounted for. The *mammary irritation* accompanying the latter part of utero-gestation and occurring during lactation (and even uterine irritation occasionally) could initiate a peculiar impression which was conveyed to the brain and thence reflected to the liver, inducing an augmented generation of sugar. In other words, there was a nervous connection which was at least sympathetic. In proof that uterine irritation could occasionally induce such condition, I have cited two cases, both patients dying from diabetes. Mammary irritation during lactation doubtless normally excites augmented hepatic glycogenesis, and this increased influx of sugar into the circulation, which under morbid circumstances would be chiefly eliminated from the blood by the kidneys, as in diabetes, is in this instance mainly appropriated by the breasts and made subservient to the nourishment of the nursing child.

Simon, several years ago, noted that milk was richer in sugar early during lactation than at later periods. This phenomenon can now, perhaps, thus be explained. The breasts when about to assume activity, and during the first few months of lactation, are in a condition better calculated to excite the peculiar erethism referred to than at a later time when the secretion is fully established, and when the breasts partake more of the character of those glands the functions of which are permanent.

Without here repeating other details, in order to test the truth of my assumption, an analysis was made for me of the blood and of the urine of a healthy nursing woman; the former was found to contain sugar, the latter none of this ingredient. While the theory appeared to me to be both plausible and probably true, this single analysis, though corroborative (others would have been made but for the difficulty of procuring specimens), was not sufficient to assure me that the theory was founded in fact, though other circumstances which were given seemed additionally conclusive. A few days after reading my paper I met with a statement, which I here subsequently offered, which appeared to substantiate the view before expressed. M. Blot had frequently noted a concurrence of a transient glyco-

suria and lactation, but so far as I am aware had not accounted for any such coincidence further than there appeared to be a connection between the phenomena. If M. Blot has been accurate in his observations, not only is an additional fact added to strengthen my theory, but also an easy explanation of the relationship between the melituria and lactation which he has noted. Nature provides such a liberal amount of hepatic sugar during lactation that more is generated than is required by the breasts for its lactose, and a part is consequently eliminated by the kidneys, as in morbid conditions.

While it is unsafe to accept as a scientific fact any theory which is not sustained by incontestable proofs, nevertheless with the information at present in our possession we are justified in offering the above as one of the probable uses of the glycogenic functions of the liver.

It remains to consider the use of the function as it is being ordinarily and constantly executed.

Sugar, as has been stated, can be readily traced from the liver to the right side of the heart and to the lungs; in the blood of the general circulation its amount, as physiologists assure us, is quite infinitesimal. Is this sugar chiefly destroyed in the lungs and eliminated as carbonic acid and water, an *evolution of heat* attending the metamorphose? Such disposition of it in the animal economy would in its chemical aspects correspond with that recognized as occurring in the vegetable kingdom, though the process is not identical. In fully developed plants the carbonic acid, whether derived from the air, soil, transformation of sugar or otherwise, is for the most part retained and decomposed to procure carbon and liberate oxygen; but the plantlet growing from the seed destroys the sugar and evolves a small amount of carbonic acid.

If sugar is disposed of in the lungs, after the manner indicated, we have a partial explanation of the method of maintaining animal heat. The temperature of the centric parts of the body is somewhat higher than that of the peripheric portions, and such fact is perhaps to be thus accounted for. This difference, however, is not very material, and the extremities for various reasons are more liable to be cooled than the trunk.

It has occurred to me that there is another and important

way in which the hepatic sugar may be made use of in the economy. Is not a part only disposed of in the manner indicated, and while a small portion is retained in the circulation to be used, as will be hereafter shown, is not another and considerable portion converted while in the lungs into some other principle, some *tertium quid* which the physiologists have not recognized? This unknown principle may pass on into the blood of the general circulation, and in its various courings be either broken up and evolved through the skin as carbonic acid and water with the evolution of heat, and thus aid in maintaining the heat throughout the body, while another portion may be converted into tissues composed of its elements, carbon, hydrogen, and oxygen.

Dextrine, in plantlets, is the intermediate material between starch, out of which it is formed, and the sugar which is recognized as being finally destroyed and disposed of as before described. Sugar in the animal economy may be regarded in a somewhat analogous view; a part of it being intermediate between the material out of which it is formed in the liver and some unknown substance into which it is converted in the lungs, to be finally disposed of in the blood of the general circulation.

It appears to me, Mr. President, that the conclusions here-with given respecting the several uses of the glyco-genic function of the liver are legitimately drawn from the scientific premises which at present are in our possession. I have purposely omitted here all allusion to the formation of sugar in the economy otherwise than in the liver.

A final question of interest in this connection remains to be studied, namely, what morbid phenomena characterize derangements of the function we have been considering? To the production of sugar in the economy as occurring in diabetes, I shall not allude; for this topic has recently occupied the attention of the Academy at two of its sessions. The phenomena accompanying melituria are so remarkable that they can readily be recognized. There are doubtless various other abnormal conditions depending upon deviations from the normal formation of sugar.

In various functional and organic diseases of the liver, if the

biliary secretion is impaired, it is reasonable to suppose that there may be also a concomitant derangement of the glyco-genic function. The biliary and glyco-genic functions may both be disturbed in the same individual, or again it may happen that one function may be disordered while the other is not interfered with.

Assuming that the uses of sugar in the animal economy are such as have been given, it may be legitimately inferred that if hepatic glyco-genesis is diminished or arrested, patients suffering under such condition should have a temperature below the normal standard, and should emaciate from the want of a ternary principle to convert into tissues of similar chemical composition. These symptoms would be most apparent and of primary occurrence unless an artificial and chemically adjusted diet prevented their appearance; other phenomena may occur of secondary incidence, being *sequela* of a prolonged deprivation.

Now, in persons suffering from various chronic affections of the liver and even of other viscera, the liver being secondarily involved, we find both the conditions before enumerated. Even in confirmed diabetes, where there is a surplus of sugar, the same occurs, for the sugar is chiefly excreted through the kidneys, the deranged system not appropriating enough to maintain a uniform and normal temperature and to prevent emaciation.

There are many individuals who are not bed-ridden invalids, but who are hypochondriacal and dyspeptic; in such the continual sensations of chilliness and the loss of flesh, etc., may be partially attributable to a failure in the liver to produce a sufficient quantity of sugar. In various disorders in which there may be a sympathetic or secondary disturbance of the liver, we may trace similar symptoms to the same cause. And, again, an ordinary lean physique may sometimes indicate a diminished glyco-genic function, and not simply a defective power of assimilation. It may happen also that a slender person may suffer intensely during warm weather and have an unusual tolerance of cold; in such a one an error of assimilation prevents a due appropriation of saccharine material as fat, and the greater part of the sugar is destroyed with the evolution of heat.

I have been led to suppose that there may be an *increased*

*hepatic glycogenesis without a necessary concurrence of diabetes.* Can we not thus, at times, account for *obesity*? Sugar may be morbidly generated and become largely assimilated as fat, and consequently not be excreted by the kidneys. Such view seems to be plausible and probably true. We occasionally observe a transient melituria in corpulent persons,—the sugar is formed more generously than can at times be assimilated. These cases of ephemeral diabetes either correct themselves, so to speak, or can readily be relieved by dietetic means. It sometimes happens, however, that the assimilative powers no longer can appropriate the excessive saccharine matter, and the patient emaciates and falls into confirmed polyuria. I have met with such latter instance in a person of full habit. Dr. Wm. Roberts, of Manchester, states that he has seen diabetes in corpulent persons. Of the causes of these variations in the formation of liver sugar, time forbids me to speak at length at this time.

On a former occasion it was my aim to show the relationships which existed between certain nervous conditions and increased hepatic glycogenesis. There may be opposite conditions in which the nervous system is so prostrated that it is unable, either temporarily or permanently, to stimulate even the normal amount of glycogenesis. But on this point I cannot at present enlarge.

Thus far allusion has only been made to the effects of differences in the *quantity* of sugar generated by the liver. There may be variations in the *quality* of the glycogenic function which occasion unfavorable *sequela*. Either an abnormal form of sugar is elaborated, or some material which is not sugar, and which, though allied to it, is a diseased product, and fails to supply the economy with a material susceptible of being utilized in a healthful manner. The function is not arrested, but simply perverted.

There may be another mode not before alluded to in which either a saccharine or an allied material may indirectly prove a source of disease. It is well known that sugar, when artificially acted upon by ferments, undergoes a peculiar metamorphosis. It is within the range of possibility to suppose that sugar or some congeneric but abnormal product, as formed by the liver and carried into the blood when the system is laboring under

various morbid conditions, may be metamorphosed into principles which, if not positively inimical, are at least unsuited to supply the requirements of certain vital processes.

The subject we have been considering this evening has numerous *direct* and *indirect* bearings. Time forbids me, however, to allude to others at present, though some of them are, perhaps, as important as are any of those to which reference has already been made.

I have ventured, Mr. President, to offer these few thoughts which have occurred to me in considering the subject of sugar-formation in the liver. It has seemed appropriate to bring forward, this evening, several relevant topics, both physiological and pathological in their nature, concerning some of which, perhaps, no very decided opinions have been formed. The thoughts herewith offered have been hurriedly gathered, and must be considered as being merely introductory to a more mature consideration. The uses and derangements of the glycogenic function of the liver have received comparatively little special attention. It remains for us to give to these subjects further study, and in the spirit of philosophical inquiry endeavor to remove any misconceptions concerning them which we may have entertained, and to enlarge our views respecting an interesting group of normal and abnormal phenomena.

[Reprinted, by permission, from the LIVERPOOL MEDICAL AND SURGICAL REPORTS, Vol. V.]

TABULAR REPORT OF THIRTEEN CASES OF TRANSFUSION OF BLOOD; WITH DIAGRAM OF THE OPERATOR'S INSTRUMENT, AND OBSERVATIONS.

BY ALFRED HIGGINSON, M.R.C.S.  
CONSULTING SURGEON TO THE LIVERPOOL SOUTHERN HOSPITAL.

If "forewarned-forearmed" is in any case to be the motto of a medical man, assuredly it should be so with respect to the operation of transfusion. The mind needs to be made up beforehand as to its propriety, and the mode of operating; and instruments, simple or special, must be easily procurable, or the chance for the patient may have fled ere the operation can be performed.

In the hope of contributing his share to this desirable object, the writer condenses and tabulates the results of his experience since 1848. Cases I. and X. were his own patients, the other eleven cases were under well-established practitioners, who called him in to operate, and lent their aid. The first seven cases will be found more at length in the *Liverpool Medico-Chirurgical Journal*, January, 1857, but have not, to the author's knowledge, been gathered into the reports of any compilers on this subject.

TABLE OF THIRTEEN CASES IN WHICH TRANSFUSION (WITH PURE BLOOD) WAS USED BY MR. A. HIGGINSON, SURGEON.

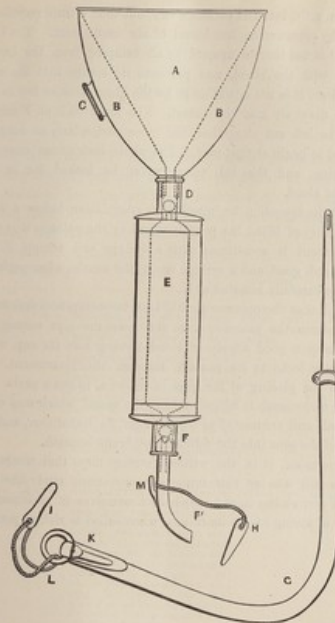
NO.	DATE, ETC.	CASE.	BLOOD INJECTED.	RESULT.
I.	Mar. 12, 1848. Mrs. C., et. 53.	Extreme prostration from suckling twins. Coached of twins; fourth labour, July 7th, 1847, having had dropsy for three months previous. Suckled both children till March, 1848, and became exhausted thereby. Had diarrhoea, vomiting, faintness, and appeared near dying. Transfused with improvement of pulse, and apparent sleep. A rigor succeeded, then reaction and excitement, with delirious singing. Slept, and took food; went into the country ten days afterwards, and had no relapse. Died three years afterwards of phthisis, of six months' duration.	12 oz. From female servant.	Successful.

NO.	DATE, ETC.	CASE.	BLOOD INJECTED.	RESULT.
II.	Dec. 7, 1870. Mrs. E., mother of several children.	Hæmorrhage after birth of child, on expulsion of placenta. Fæta very short. One large gush of blood prostrated the lady. Her sister supplied the blood. Recovery was speedy and striking.	10 to 12 oz. From sister.	Successful.
III.	Feb. 7, 1851. Mrs. T., mother of a large family.	Hæmorrhage from Placenta Prævia; sudden and exhausting; placenta removed when I was called to transfuse. Patient much sunk and livid. Extreme restlessness. No amendment from operation, which was cut short by the pipe being jerked out of the arm. She died immediately undelivered.	8 oz. From female servant.	Unsuccessful.
IV.	Sept. 12, 1851. Elizabeth E., st. 37.	Hæmorrhage from partly adherent placenta. Uterus emptied; no more bleeding. Sixth labour; at Liverpool Lying-in Hospital. Patient gradually sank seven days after transfusion. P. M.: Uterus internally purulent and offensive. Other viscera anæmic, free from disease; veins healthy.	12 oz. From female servant.	Recovered, and lived for seven days.
V.	Ladies' Charity case; in very low life.	Partial Placenta Prævia. Sinking. Not delivered. Supply bad; operation did little good; 12 ounces of salt and water injected, with some improvement. Delivery. Death.	5 or 6 oz. Two females; very poor.	Unsuccessful.
VI.	Nov. 10, 1856. T. C., st. 21; at Workhouse.	Mania. Loose character and attempted suicide. Had refused food for a fortnight, and, in spite of enemata and stomach-pump, was sinking. No pulse in radial arteries, 120 in brachial. Resp. 26; therm. 94° in axilla. Unconscious; offensive sputa; expression painful; eyes turned up, lids closed, and with dark marginal ring, and with dark marginal ring, and with varying improvement of pulse, breathing and consciousness. Swallowed after a few hours, and put out her tongue; relaxed and died during the second night. P. M.: Serum effused on surface of brain, arachnoid opaque; brain firm, vessels of pia mater somewhat full. Left lung adhered at upper lobe, and, when torn away, offensive pus escaped from small cavities. Both lungs dense with congestion and œdemata; no tubercles. Heart contained fluid dark blood.	20 oz. Female.	Doubtful benefit. Lived 49 hours.
VII.	Nov. 25, 1856. Mrs. J., st. 56, mother of several children.	Placenta Prævia, with hæmorrhage; delivery and subsequent draining. Transfusion, and rally of the patient. Return of flooding. Death in 3 hours.	12 oz. From a female friend.	Improved, lived three hours. Fatal hæmorrhage recurred.

NO.	DATE, ETC.	CASE.	BLOOD INJECTED.	RESULT.
VIII.	May 25, 1859.	A lady, in her first confinement, had post partum hæmorrhage, some miles away from Liverpool. Some hours passed without rally before transfusion could be had recourse to. A fair amount was injected; but death took place almost immediately.	7 oz. ? Female servant.	Unsuccessful.
IX.	April 19, 1860.	Abortion (? 34 months), completed, with much loss and draining. Lady much sunk; bleached, sick, and restless. Responded at once to the transfusion, and made a good recovery.	8 oz. Female servant.	Successful.
X.	June 18, 1860.	J. C., st. 51, hospital patient. Hæmorrhage from forearm, after phlegmonous erysipelas. Brachial artery tied immediately. Patient sinking; no more bleeding. Rallied on transfusion; arm amputated two days after, and the man made a good recovery. He is now living and well. The daughter-in-law died, after two years, in pithitis.	10 oz. (about). From his son's wife.	Successful.
XI.	Oct. 30, 1862.	Case of Fallopiian fistula, supposed as ruptured into the peritoneal cavity, and the patient sinking from concealed hæmorrhage. Vein opened very obscure. A large thrombus resulted from the injection, and too little entered the system to do any good.	7 1/2 oz. From the husband.	Unsuccessful.
XII.	Oct. 10, 1863.	Post partum hæmorrhage. No improvement took place from remedies while waiting for a subject to supply the blood. Operation speedily effectual. The lady made a good recovery.	7 1/2 oz. From a labourer's wife.	Successful.
XIII.	June 4, 1871.	A lady, in her eighth confinement, commenced her labour at full time, with severe pain in the hypogastrium, and much tension of the abdomen. The os uteri was dilated by the finger, and liquor amnii discharged, with relief to the pain, and the labour was expedited as much as possible. Two were born; the first dead and decomposing, the second living. With the placenta, one of which had evidently been detached a considerable time, a large amount of clot was expelled, and sinking occurred. Tinct. ferr. diluted, applied to the uterus. Several hours passed without rally, and transfusion at once restored her to safety. She recovered well, and bore a long journey a month later.	8 oz. (nearly). From female servant.	Successful.

Of these thirteen cases, one was surgical, and did well (Case X.); two were medical; Case I. eminently successful, Case VI. lived forty hours, and was not likely to benefit more permanently by the operation; ten cases were obstetric, including XI. (fallopian fistula case); four of the ten were unsuccessful, and six successful. Of the four unsuccessful, two were transfused while undelivered, another was the fallopian case, and one in the country. The six successful obstetric cases were absolutely satisfactory in immediate effect. In all of these thirteen cases blood fresh from the arm, without manipulation or admixture, was employed, the largest quantity injected being 20oz., and the smallest 4oz.; average of all the cases about 9oz. From the female subject in all, except in Case XI., in which instance the supply was from the husband. The quantity of blood injected is known to be closely approximate, though not exactly measured. The instrument used is a special one, essentially a "Higginson's Syringe" reversed, and a funnel added to receive the blood. A diagram and description of it is appended. The objects aimed at in its construction are to avoid injection of air, to keep the blood at an even temperature, and always moving onwards. An average of 9oz. in each case before coagulation occurred shows a sufficient capability of practical utility with pure blood. Still, the experiments with defibrinated blood, or with solutions added to it, may be ultimately of value in practice.

The accompanying diagram almost explains itself. To use it, immerse it for a few moments in a large basin of warm water at 100°, remove the screw C till the cavity B is full of water, then close the opening again. Fill the elastic tube G with water, and close the opening K with the plug I; handle the tube gently, and keep it horizontal while inserting the terminal pipe O into the patient's vein. Bleed the supply into the cup A, and temporarily place the plug H in the pipe F'; holding the elastic barrel E in a light grasp of hand, expel the air, and draw in the blood through D. When this is done, and the cup nearly full of blood, the plug H has to be removed, also plug I, and the pipe F' inserted into the opening K. M is a small stud to receive the ring L, and make the coupling secure. At first the blood may flow freely, by



MR. HIGGINSON'S TRANSFUSION INSTRUMENT.

(Diagram, half the actual size.)  
A, metal cup (6 oz.) to receive blood. C, opening to admit warm water (5 oz.) to the space B. E, elastic barrel to receive blood from D, and expel it through F. Ball-valves allow it to pass only in the onward direction. G, elastic tube, with metal pipe O, for the vein, and mode of junction at K, with the apparatus.



gravitation only, into the patient's vein, but soon a little impulse is required by pressure on the barrel of the instrument. The ball-valve at D is not thrown upward by air escaping from the barrel, but rises with the blood, and prevents its escape into the cup. Nevertheless, it is not advisable to let the blood sink so low in the cup as to draw air into the barrel. The lower ball at F might, perhaps, be left out altogether, the more particularly as coagulation is apt to begin at that part. The whole instrument unscrews for cleaning, and the ball valves must be looked for in the coagulated blood.

Should the operation be impeded by coagulation before a sufficient quantity of blood has been received by the patient, it is easy to supplement it sometimes with a syringe and teacup, if the supply is still good, and a syringe ready, the nozzle, when perfectly full, being carefully inserted at K.

It is well that the operator should have two competent assistants, one to restrain the patient's arm, and keep the pipe secure, the other to keep a good supply of blood flowing into the cup, while the operator looks to its passage through the instrument. It facilitates the placing of the pipe in the vein, to put a probe or a large pin underneath it before opening the vessel, which may often be so small and contracted as to endanger its transfixion, and the passage of the pipe into the cellular membrane beneath.

In conclusion, it is the writer's strong hope that competent operators will take up this important operation, study the best modes of performing it, and ever hold themselves in readiness for the duty of saving life by its means, when called to rich or poor.

## APPENDIX.

Cases XIV. and XV. have occurred since the printing of the foregoing Paper, and are added as successful at the time of the operation, but succumbing to weakness on the second and eleventh days. In both cases the instrument was used without the lower ball-valve, and acted extremely well.

NO.	DATE, ETC.	CASE.	BLOOD INFECTED.	RESULT.
XIV.	Sept. 7, 1871. At Lying-in-Hospital.	A. C. single, <i>et.</i> 29. Ovariectomy performed, August 28th, at Lying-in-Hospital, after three times tapping the cyst. Before removal to bed faintness occurred, from copious hemorrhage from the pedicle. Vessels were tied, and the abdomen cleared of coagula, and no further loss took place. Offensive discharge from the wound set in, and it was thought that transfusion might improve her chance of life. She rallied well, but only for a few hours, then sunk. Extensive adhesions and purulent peritonitis were found after death.	8 oz. Female (midwife in the hospital).	Successful for eight hours only.
XV.	Oct. 8, 1871. At Lying-in-Hospital.	E. F., <i>et.</i> 41. Married; fourth labour, at eighth month. Placenta previa, with hemorrhage, one whole week before admission, as well as often since the fifth month. Labour pains being present soon after admission, she was delivered by turning, and the placenta followed. No more hemorrhage. Child (female) still-born. At 10 p.m. it became needful to transfuse. Improvement was well marked at the time, and she lived till October 18th, taking food and stimulants, but in vain.	12 oz. From a servant of the hospital.	Successful for ten days.

TWO LECTURES

ON  
THE CONNECTION BETWEEN THE CHEMICAL  
PROPERTIES AND THE PHYSIOLOGICAL  
ACTION OF ACTIVE SUBSTANCES;

AND  
THE ANTAGONISM BETWEEN THE ACTION OF  
ACTIVE SUBSTANCES.

*Delivered before the Royal College of Physicians, Edinburgh,  
on the 19th and 26th of March, 1872.*

BY  
THOMAS R. FRASER, M.D., F.R.S.E., F.R.C.P.E.,  
Lecturer on Materia Medica and Therapeutics: Examiner in Materia  
Medica to the University of London; Corresponding Member  
of the Therapeutical Society of Paris.

*[Reprinted from the BRITISH MEDICAL JOURNAL.]*

LONDON:  
PRINTED BY T. RICHARDS, 37, GREAT QUEEN STREET.

MDCCCLXXII.

LECTURE I.  
ON  
THE CONNECTION BETWEEN THE CHEMICAL  
PROPERTIES AND THE PHYSIOLOGICAL  
ACTION OF ACTIVE SUBSTANCES.

MR. PRESIDENT AND GENTLEMEN,—In addressing those who possess some familiarity with the subject I have the honour to bring before you, it is scarcely necessary to make the statement that a connection exists between the chemical properties and the physiological action of substances. The slightest effort of memory, or, at most, a glance at a table of elementary substances or list of chemical compounds, is sufficient to convince any one of the truth of this statement. For, among the numerous elementary substances or chemical compounds whose action has been investigated, it is difficult, if not impossible, to find two that possess exactly the same physiological action—that produce the same train of symptoms, and modify the functions of the same histological elements in the same way and with the same activity. Now, as one elementary substance is distinguished from every other elementary substance by the possession of certain distinctive chemical properties, and as one compound substance is likewise distinguished from all other compound substances by the possession of certain special chemical properties, it is obviously suggested that a relationship exists between the chemical properties and the physiological action of active substances.

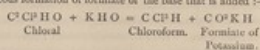
*Substances resembling each other in chemical properties possess actions that resemble each other.*—No doubt, analogies, often of a close and striking description, occur between the physiological actions of different substances; but these analogies tend to bring more distinctly into view the relationship referred to, by shewing that similar physiological effects are often produced by substances which resemble each other in many of their chemical properties. For instance, the various salts of



that when morphia was acted upon by hydrochloric acid at a high temperature its chemical properties are modified, and its composition changed so that one equivalent of water is separated from it. The action of morphia thus modified has been examined, and it has been ascertained to possess a physiological action very different from that of morphia itself. In place of producing hypnosis, this changed morphia—to which the name of apo-morphia has been given—acts as a powerful emetic substance, so powerful, indeed, that in man emesis occurs within a very few minutes after the one-thirteenth part of a grain, or even a smaller dose, has been subcutaneously injected.

The general law, that the physiological action of a substance may be modified by changing its chemical properties, is, indeed, one whose truth is widely recognised in medical science. On it has been founded the application of chemical antidotes for poisons; that is to say, of substances that modify the physiological effects of substances by changing their chemical properties. The chemical properties of arsenious acid are changed by hydrated sesquioxide of iron or by magnesia, those of tartar emetic by tannin or albumen, those of lead by sulphate of magnesia, those of prussic acid or soluble cyanides by proto and peroxide of iron, those of oxalic acid by carbonate of lime, and those of morphia, strychnia, and various other alkaloids by tannin or iodine; and as a result of this change the physiological properties of these substances are modified.

To the recognition of this law, likewise, therapeutics has become indebted for the introduction of a remedy which everyone must admit has proved of the greatest value in the treatment of disease. Although chloral was discovered more than thirty years ago, it was not until 1869 that Lieberich ascertained its important physiological action. The belief that a certain change in its chemical properties would enable it to produce a well defined physiological action, induced Lieberich to investigate the action of this substance. I need hardly say that the chemical change anticipated was the decomposition of the chloral, after its introduction into the circulation, by the alkaline salts present in the blood. This decomposition may readily be seen by adding, as I now do, some caustic alkali to a tolerably strong solution of chloral hydrate; the result being the precipitation of minute globules of chloroform and the simultaneous formation of formiate of the base that is added:—



*The physiological action of an active substance may be accompanied with obvious chemical reactions between it and certain of the constituents of vital structures.*—The principle which I am now endeavouring to illustrate, namely, that a connection exists between the chemical properties and the physiological action of active substances, receives a further and obvious support from several well-known facts, which show that the physiological action of active substances may be accompanied with distinct chemical reactions between them and certain of the vital structures. Thus, in producing its violent corrosive action, sulphuric acid withdraws the element of water from the tissues, liberates the carbon of their tereary hydrocarbons, and separates from them their basic constituents. The analogous corrosive effects of nitric acid are accompanied with the oxidation of tissue-elements, and combinations with electro-positive substances, and with the formation of xanthoproteic acid—by the last of which reactions the characteristic orange staining of the skin and fibrous tissues is caused. It is needless to point out how the local effects of the caustic alkalies are also accompanied with well-defined chemical changes in the vital structures on which they act.

One of the most striking examples of a definite change of chemical property accompanying the physiological action of a substance is that afforded by carbonic oxide. You are aware that this gas is largely present in the fumes of burning charcoal, and that it acts as a violent poison. Its special effects have formed the subject of a well-known investigation by Claude Bernard—an investigation that marks an era in the history of pharmacology. This distinguished physiologist discovered that carbonic oxide renders the blood of a marvellously florid colour, that it thrusts out oxygen from that fluid, and that its action is in some way related to the latter effect. More recent investigations, especially those of Lothar Meyer and Hoppe Seyler, have confirmed Claude Bernard's results, and also shown that carbonic oxide forms a definite chemical union with the hæmoglobin of the blood. The resulting compound is one of great stability; so much so, that carbonic-oxide-hæmoglobin resists the action of powerful reducing agents. The connection of these results with the action of this substance is easily seen. The physiological action is the direct result of the change in the chemical properties of hæmoglobin—a change which has, among other effects, that of preventing those chemical interchanges between it and the oxygen of the air on which life depends. The relation of the great stability of the combination between carbonic oxide and hæmoglobin to certain of its physiological effects is also apparent, for the serious symptoms which

are produced by the most minute quantity can be recovered from but slowly. They can, however, be recovered from; and again we find that a chemical explanation may be adduced for this physiological change, as it has been recently discovered that, under the prolonged influence of oxygen, the carbonic oxide is at last liberated from its combination with the hemoglobin.

There is some reason for supposing that somewhat similar chemical effects are produced during the action of prussic acid; and it has been shown by the careful and elaborate observations of Dr. Gangee that nitrites conduct themselves towards hemoglobin in an analogous manner to carbonic oxide—a fact which may explain certain of the phenomena produced by nitrite of amyl.

Gentlemen, these various illustrative examples are, I think, sufficient to convince you that there are good reasons for supposing that *resemblances between the chemical properties of substances may be accompanied with certain similarities in their physiological action and activity; that the physiological action of many substances may be modified by changing their chemical properties; and that the physiological action of a substance may be accompanied with distinct chemical reactions between it and certain of the vital structures.* It is on these generalisations, and the facts by which they are supported, that the belief in a connection between the chemical properties and the physiological action of active substances has in all probability been originated.

Various attempts have been made to determine on what special chemical properties the physiological action of substances depend; and I have had occasion to refer to several of these attempts, of which those of Blake and Rabuteau are undoubtedly the most important. It is also worthy of mention, that Dr. Broadbent of London has advanced the opinion, supported by many ingenious arguments, that the physiological action of a substance is related to a property which he terms *chemical tension*, and defines as the amount of energy developed by any possible rearrangement of the constituents of the substance; while Dr. Benjamin Richardson has shown that, in a series of bodies belonging to the same chemical type, the character of the symptoms somewhat depends on the volatility and solubility of the various members of the series. It is not necessary to occupy your time by discussing these theories. Whatever germ of truth they may contain, their value in indicating a connection between the chemical properties and the physiological action of active substances is a comparatively limited one. I prefer, therefore, to pass without further delay

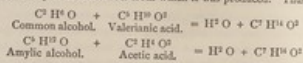
to the consideration of some other investigations which bear upon this subject.

Before doing so, it is necessary to inquire on what the chemical properties of substances are dependent. It is quite obvious that these properties depend on the *chemical composition and constitution* of substances; the latter term implying the mode of arrangement of their constituents, or the way in which these constituents are united together.

*Chemical Composition and Physiological Action.*—There are numerous indications of a relation between the chemical composition of a substance and its physiological action. Thus, as I have already mentioned, the salts of the same base have generally a common action—a law that is departed from when the base is united to an acid which itself has a distinct action. Similarly, the compounds of the same acids with physiologically indifferent bases produce the same effects. When, however, we consider more fully the relationship between composition and physiological action, we fail to discover the cause of the peculiar action of substances in the presence and proportion of particular elements. Many substances having identically the same composition—termed by chemists isomeric—possess very different physiological actions. This, for instance, is the case with the isomeric series represented by oil of turpentine, oil of lemons, oil of juniper, etc., all of which have the composition  $C^{10}H^{16}$ ; and with that represented by nitrite of ethyl and glycosol, both of which have the composition  $C^2H^5NO^2$ . Kakodylic acid likewise very well illustrates the insufficiency of composition alone as an explanation of physiological action; for, although it is a soluble substance, and contains more than 54 per cent. of metallic arsenic, it may be administered in large quantities without producing any effect whatever. And, finally, the action of the organic alkaloids is obviously opposed to this explanation—an opposition which becomes apparent when we consider that aconitia paralyses the spinal cord, and also the inhibitory cardiac ganglia; while strychnia increases the activity of the reflex apparatus in the cord, and stimulates rather than paralyses the cardiac vagi nerves, although both substances are alike composed of carbon, hydrogen, nitrogen, and oxygen.

*Chemical Constitution and Physiological Action.*—The chemical properties of substances, however, depend not only on their composition, but also on their constitution. I have already said that the chemical constitution of a substance is the mode in which its constituents are arranged or united together. The difference between composition and constitution may be explained by a reference to such substances as the compound

ethers. They are formed by the action of an acid on an alcohol, and may be so decomposed as to yield again the alcohol and acid from which they were produced. Now, common alcohol ( $C^2H^6O$ ) and valeric acid ( $C^5H^{10}O^2$ ) have together the same composition as amylic alcohol ( $C^7H^{14}O$ ) and acetic acid ( $C^2H^4O^2$ ) together. The combination of each of these two pairs of substances gives rise to a compound; and each of these compound ethers can be decomposed so as to yield the pair of substances from which it was produced. Thus,

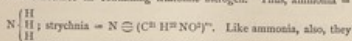


The one ether obviously differs from the other in the manner in which the constituents are united together; that is to say, in its constitution.

It appears, therefore, that substances may possess physical, chemical, and physiological properties that do not depend on their special composition. This independence of composition and property is also met with among inorganic substances. Some elements form only one series of compounds—as zinc with its single oxide, chloride, and sulphate. Other elements form more than one series—as iron with its proto- and per-salts, arsenic with its arsenites and arsenates, and sulphur with its sulphides, sulphites, and sulphates; and distinct physical and chemical properties are possessed by each individual series. In the examples which I have last mentioned, the investigation of the physiological action of the compounds belonging to any special series is a matter of considerable difficulty. Where varieties of constitution exist, the compounds of the less stable varieties readily undergo decomposition, and assume that constitution which possesses the greatest stability. Thus the proto-salts of iron easily change their constitution, and become converted into per-salts; and arsenates become reduced to arsenites. That changes of constitution also occur in the body, has been rendered certain by numerous observations, and more especially by those of Rabuteau, who has shown that, when introduced into the system, bromates become changed to bromides, iodates to iodides, and sulphites and hyposulphites to sulphates: in fact, that towards these substances the organism acts as a reducing agent. Hence, there is an absence of definite knowledge regarding the action of more than one series of the compounds of the elementary bodies.

Among the organic compounds, however, a large class of substances may

have their constitution modified in such a manner that a change to the original or any other form is effected only with the greatest difficulty. The substances to which I refer are the natural alkaloids. Their constitution is not fully known; but it is sufficiently known to prove it to be of the same type as that of ammonia, and to show that they resemble that substance in containing triatomic nitrogen. Thus, ammonia =



Like ammonia, also, they are converted by union with acids into salts having a different constitution—a constitution in which the nitrogen, in place of being triatomic, becomes pentatomic. For instance, in the formation of hydrochlorate of strychnia, the originally triatomic nitrogen takes up chlorine and

hydrogen, and becomes pentatomic,  $N \begin{array}{c} (C^{23}H^{32}NO^2)^{+} \\ H \\ Cl \end{array}$ , united by

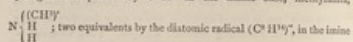
three bonds to carbon, by one to hydrogen, and by one to chlorine; just as the triatomic nitrogen of ammonia unites itself by two additional bonds to chlorine and hydrogen, and so becomes pentatomic in hydro-

chlorate of ammonia,  $N \begin{array}{c} H \\ H \\ H \\ H \\ Cl \end{array}$ . But, by this change, hydrochlorate

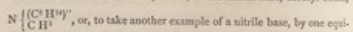
of strychnia is not rendered permanently or stably pentatomic; it easily loses the chlorine and hydrogen which it has acquired, and returns to the triatomic state. The action of alkalis, or, in many cases, even of alkaline carbonates, is sufficient to effect this, and to set free the alkaloid. It is obvious, therefore, that the change of constitution effected by the addition of an acid does not permit us to discover the corresponding change in physiological action. But if, instead of an acid, we make use of such a substance as iodide of methyl, we find that, while the triatomic nitrogen takes up methyl ( $C^1H^3$ ) and iodine, and becomes pentatomic (just as in the former case it took up hydrogen and chlorine), it does not lose these newly acquired atoms when treated with alkalis, but remains pentatomic even when subjected to attacks more violent than any to which it could be exposed in the system.

I have alluded to the type of the natural alkaloids being that of ammonia, but certain varieties of constitution are met with, to which I would now draw your attention. In ammonia, the nitrogen is united

to three equivalents of hydrogen. Now, one or two or three of these equivalents may be replaced by one or more radicals, and in this way we have amine, imine, and nitrile bases. Thus, one equivalent of hydrogen is replaced by  $C H^2$  in the amine base, methylamine,



base, normal conia,  $N \begin{array}{c} (C^2 H^{10}) \\ | \\ H \end{array}$ ; and three equivalents, by the same diatomic radical, and by  $C H^2$ , in the nitrile base, methyl-conia,



$N \begin{array}{c} (C^3 H^2 N O^3) \\ | \\ H \end{array}$ . These various bases are distinguished from the bases derived from them in which nitrogen is stably pentatomic (called ammonium bases) by certain chemical characters common to them all. Their salts, for instance, are decomposed by caustic potash, so that the base is set free, and water and a salt of potassium formed; and a similar effect is produced by moist oxide of silver. The salts of the ammonium bases, however, are not acted upon by caustic potash, and, when treated with moist oxide of silver, a hydrated oxide of the ammonium base (in which nitrogen remains pentatomic) is formed, and the acid unites with the silver.

The powerful decomposition action which caustic potash is able to exert does not, therefore, change the chemical constitution of these ammonium bases. It, indeed, has no effect upon their salts; and even when these salts are treated with moist oxide of silver the characteristic pentatomicity of their nitrogen is retained. In the living body, they cannot possibly be subjected to the influence of such powerfully decomposing agents; and hence, by studying their action, and comparing it with that of the nitrile or other base from which they are derived, the relationship between physiological action and a certain form of chemical constitution may be discovered.

It was owing to this consideration that Dr. Crum Brown and I resolved to examine the action of a number of the ammonium bases derived from the vegetable alkaloids. Our experiments were made with the methyl, and, in a few instances, the ethyl, derivatives of strychnia, brucia, thebaia, codeia, morphia, nicotia, atropia, and conia, and more especially with their iodides and sulphates.

The results that we obtained may, perhaps, be best illustrated by de-

scribing, with a little detail, several of our experiments with iodide and sulphate of methyl-strychnia.

It is well known that strychnia acts on the living economy in a distinctly defined and characteristic manner, and that it is one of the most active of poisons. When administered subcutaneously, doses varying from one-twentieth to one-fiftieth of a grain produced in rabbits the most violent tetanic convulsions, and in a few minutes killed the animal. Few poisons have been more carefully studied, and it is now almost undoubtedly established that the phenomena produced by strychnia are due to a localisation of its action on the spinal cord.

The effects of iodide of methyl-strychnium were first examined by subcutaneous injection. It was administered as a fine powder suspended in warm distilled water, in which menstruum it is but sparingly soluble, though more so than in water at the ordinary temperature. In this way, by a series of progressively increasing doses, it was found that as much as twelve grains could be given to a rabbit, weighing three pounds, without any effect whatever. Fifteen grains, however, produced serious symptoms, though followed by recovery; and death was caused by the administration of twenty grains. In none of our experiments, not even in the fatal cases, were the symptoms those of strychnia-poisoning; no starts nor spasms occurred, nor did stimulation give evidence of the slightest increase of reflex activity. In fact, a condition exactly the reverse of that produced by strychnia was caused by iodide of methyl-strychnium. In place of violent spasmodic convulsions and muscular rigidity, the appearances were those of paralysis with a perfectly flaccid condition of all the muscles. The limbs of the animal first yielded; its head gradually sank until it rested on the floor; by-and-by, it lay in a perfectly relaxed condition; and when death occurred, it was due to stoppage of the respiratory movements. In the necropsies, further evidence was obtained to distinguish the effects of iodide of methyl-strychnium from those of strychnia. The heart was found acting with nearly its normal capacity; the spinal motor nerves were either paralysed, or nearly so; and, in place of the early or almost immediate occurrence of rigor mortis that follows the action of strychnia, the muscles continued flaccid, contractile, and alkaline for many hours.

The effects of internal administration were examined by passing a gum-elastic catheter down the oesophagus of a rabbit, and so injecting iodide of methyl-strychnium, suspended and dissolved in warm distilled water. It is unnecessary to give any description of these ex-



periments, as no effect was produced by this method of administration, although as much as thirty grains was given at one time; and it was inconvenient, as well as unnecessary, to give larger doses. It is well known that to produce symptoms with a poison in a rabbit, a much larger quantity is required when the poison is administered by the stomach than when it is injected subcutaneously. The contrast between the activity of iodide of methyl-strychnium and strychnia itself was, however, well shown in the rabbit to which thirty grains of the former had been given without any effect; for one-tenth of a grain of strychnia, also administered by the stomach, quickly produced violent tetanic convulsions, and in a few minutes killed the animal.

As the sulphate of methyl-strychnium is a very soluble salt, we anticipated that it would act with much greater activity than the iodide, and our experiments confirmed this anticipation. One grain dissolved in water and injected under the skin of a rabbit caused its death in eighteen minutes. Half a grain, however, produced no marked effect. When eight-tenths of a grain were similarly administered, symptoms of a most serious character were produced, but death did not result. Some days afterwards, one-twentieth of a grain of strychnia, dissolved in very dilute sulphuric acid, was administered to this rabbit by subcutaneous injection; and it produced symptoms of strychnia action, followed by death fifteen minutes after the injection. Eight-tenths of a grain of sulphate of methyl-strychnium contains about six-tenths of a grain of strychnia: the effect of converting this nitrile base into an ammonium base by adding to it sulphate of methyl had been, therefore, to reduce its poisonous activity at least twelve times.

The symptoms that are produced by sulphate of methyl-strychnium are the same as those produced by the corresponding iodide. The very short account I have given of the symptoms and *post mortem* appearances that occur after the administration of iodide of methyl-strychnium is sufficient to suggest a close resemblance between its action and that of curara (*wonali*)—a resemblance, indeed, which had previously been pointed out by Professor Schaff, of Vienna. Both substances undoubtedly produce a condition of general paralysis, but the special characteristic of curara-poisoning is that this paralysis results from an impairment or destruction of the function of the peripheral terminations of the motor nerves. It is impossible to demonstrate such an action without undertaking experiments of a special character. Dr. Brown and I accordingly extended our research for the purpose of studying the exact causation of this paralysis.

Among other experiments, we made the following. The sciatic artery and veins were tied above the knee of a frog, and a small dose of sulphate of methyl-strychnium, dissolved in water, was injected under the skin at the back. Eight minutes afterwards, the frog was lying in a perfectly flaccid state; and, in ten minutes, irritation of any portion of the skin produced energetic movements of the tied limb below the point of ligature, but nowhere else. The sciatic nerve of the untied limb was now exposed, and on stimulating it with a weak, interrupted, galvanic current, movement occurred in the tied limb only; not the slightest movement occurred in any part to which the poison had access. At the same time, the muscles were everywhere active, and freely contracted when directly stimulated. The sciatic nerve was then exposed in the tied limb, above the points of ligature, and on stimulating it energetic movements occurred below the knee of that limb, and there only. The heart at this time was acting at the rate of 50 per minute.

This experiment was frequently repeated—on several occasions the iodide having been substituted for the sulphate—and the same general results were obtained. The evidence that was thus acquired in favour of an action on the peripheral terminations of the motor nerves, was strengthened by a modification of the experiment.

The right gastrocnemius muscle of a frog was carefully dissected from its connections; excepting that its origin and insertion, and the nerves entering it, were uninjured, and that all its blood-vessels were ligatured. A small dose of sulphate of methyl-strychnium, in solution, was then injected under the skin of the back; twenty minutes afterwards, the animal being in a perfectly motionless and flaccid condition, the two sciatic nerves were exposed. Galvanism of the left produced no movement of the left limb, while galvanism of the right produced energetic movements of the right limb, which were seen to be due solely to contractions of the right gastrocnemius muscle, the other muscles remaining motionless. At the same time, direct stimulation caused contractions as freely in the poisoned muscles as in the non-poisoned right gastrocnemius.

In experiments where iodide of methyl-strychnium was substituted for sulphate, the results were the same. The methyl derivatives of strychnia, therefore, produce paralysis and death, by destroying the function of the peripheral terminations of the spinal motor nerves. Accordingly, their mode of action is identical with that of curara. This result is an extremely curious and interesting one. It is difficult

to imagine a more decided modification in the action of any substance than is produced by the change of chemical constitution resulting from the addition of iodide or sulphate of methyl to strychnia. The striking characteristic of the action of strychnia is the great and uncontrollable activity of the muscular system; that of curara, of iodide and sulphate of methyl-strychnium, and, as we also found, of other similarly modified alkaloids, is the flaccid and motionless condition caused by the impossibility of exciting muscular action through the nervous system. So opposite are their effects, that many physiologists look upon curara as a powerful counter-agent to strychnia, while physicians have employed it in the treatment of strychnia-poisoning and of tetanus. It is certainly remarkable that so thorough a change of physiological action should be produced by this simple change of chemical condition.

The other vegetable alkaloids examined, all possess, though in varying degrees, the same peculiar spinal-stimulant action as strychnia. Brucia and thebaia exert this action with great energy; codeia and morphia with somewhat less power; and nicotia, atropia, and methyl-conia, in a still slighter degree, though quite obviously. The result of the combination of each of them with a salt of methyl being, as in the case of strychnia, to change their chemical constitution from that of nitrile bases with trivalent nitrogen, to stable ammonium bases with pentatomic nitrogen; and the change of physiological action following this change of chemical constitution having been found to consist of a removal of spinal-stimulant action and addition of paralyzing action restricted to the terminations of the motor nerves, it is unnecessary to give any further details of the results of our experiments. The important general fact which they indicate is, that a change of chemical constitution, even when it is of a simple kind, may produce a very essential change in physiological action; and, although they are perhaps as yet insufficient to warrant any positive assertion, they render it extremely probable that all the stable ammonium bases have a curaralike action. Every such compound that has as yet been examined has been found to possess this action. To the list of those which I have mentioned may be added chloride of coxthyl-strychnium—recently studied by Dr. Vallant—and iodide of tetra-ethyl-phosphonium—which has formed the subject of a careful investigation by Dr. Valglin—both salts of ammonium bases, and both found to possess a powerful action on the terminations of the motor nerves.

I am anxious, however, to guard against conveying the impression that the compounds of pentad nitrogen act simply as nerve-paralysers

their action is not necessarily restricted to these structures. In several cases it is, no doubt, so restricted; and notable examples of this are found in the salts of methyl-strychnium, methyl-brucium, and methyl-thebaium, whose nitrile bases have probably no other decided action than a spinal-stimulant one. In those cases, however, in which the salts of ammonium bases are derived from alkaloids that produce complicated effects, a restriction of action to the terminations of the motor nerves does not occur. The original actions of the alkaloid, excepting the spinal-stimulant one, are retained by the salts of its ammonium base; and thus the salts of methyl-atropium not only act like curara, but they likewise paralyse the cardiac inhibitory fibres of the vagi and dilate the pupils, while the salts of dimethyl-coconin retain the paralyzing action on the vagi that is possessed by conia itself.

In considering how these various facts bear upon the connection between chemical constitution and physiological action, it is no doubt essential to remember that a change of composition as well as of constitution has been produced by the conversion of the nitrile into the ammonium bases. In the substances examined by Dr. Brown and myself, the composition of the original alkaloids was changed by adding to them a salt of methyl. Are, then, the subsequent changes of physiological effects produced by the action of the added salt of methyl? This hypothesis is so improbable as scarcely to deserve consideration. It is opposed by the experiments made with iodide of tetra-ethyl-phosphonium, to which I have already alluded; for this, also, is the salt of an ammonium base, which, however, differs greatly in composition from any of the substances examined by Dr. Brown and myself, although it exerts the same physiological action. It is opposed, also, by the results of experiments with conia and its derivatives; for the hydrochlorate of the nitrile base (methyl-conia), formed by the addition of hydrochlorate of methyl to the imine base (normal conia), exerts, notwithstanding this addition of methyl, a more marked spinal-stimulant action than normal conia, into whose composition methyl does not enter; while the salts of the ammonium base di-methyl-conium have a prominent curara action, and no spinal-stimulant action whatever. Besides, the action of iodide of methyl itself does not give the least support to this idea—for its effects are those of a powerfully irritating substance, and its action, even when induced by subcutaneous injection, results in inflammation of the bronchial mucous membrane and coma, and not in paralysis of motor nerves.

It might also be asked, if the processes by which these ammonium

bases prepared do not so profoundly modify the chemical nature of the alkaloids from which they are derived, that no actual relationship exists between the new substances and their original sources; that, for example, sulphate of methyl-strychnin, though derived from strychnin, is in no special manner related to sulphate of strychnin—the elements of the latter substance having been so disarranged in its conversion into the former, that the strychnin has been altogether destroyed. It is, I think, a sufficient answer to this conjecture to point out that the ordinary colour reactions of the alkaloids are retained by their methyl derivatives.

Gentlemen, the various facts which, in a somewhat discursive manner, I have now brought before you, confirm the opinion that chemical composition bears some relation to the physiological action of active substances, and they also prove that this relationship is to an important extent due to the arrangement of the atoms in the substance. They appear, likewise, to point to the conclusion that physiological action is often, if not always, the result of a chemical reaction between the foreign body and certain of the constituents of the vital structures whose action is modified by it. The results of investigation with such substances as carbonic oxide, show, indeed, that physiological action may be chiefly the result of chemical reactions. The effects of other substances have not been connected with chemical action in so direct a manner, but this is to a great extent explainable by the difficulties attending the demonstration of a connection of this kind. Although experimental research, in many cases, has discovered the exact histological elements which are acted upon, the chemical characters of these elements have not yet been sufficiently ascertained. We have no means of determining their normal conditions with the delicacy that is required, and we are, therefore, unable to investigate the chemical reactions that almost certainly accompany modifications of their normal physiological condition during the operation of active substances. Thus, although we know that the normal physiological condition of the terminations of motor nerves are modified by the salts of the ammonium bases derived from strychnin, brucia, thebain, etc., and that this modification is produced by substances that have definite chemical properties, we cannot discover what chemical change is produced so long as we are ignorant of the special chemical properties possessed by these structures. The trustworthy observations of Kühne have shown that a recognisable change occurs in the physical characters of the nerve terminations—a change which renders their outlines

more distinct; but we are unable to connect this change with any definite chemical reaction. In the course of time, reactions of a more delicate kind than any we yet possess will, no doubt, be discovered, not only for these structures, but likewise for each of the special structures on which the physiological action of active substances is localised. Physiological investigation has shown that one substance may chiefly exert its influence upon the cardiac inhibitory ganglia, another on the nerve-fibres intermediate between these ganglia and the ends of the vagi nerves, and another on these endings themselves. How are these localisations of action to be explained? There must undoubtedly be a difference between the chemical properties of each of the structures influenced. The discovery of the spectroscopic characters of haemoglobin has greatly extended our knowledge of the action of such substances as carbonic oxide, by placing at our disposal a means of defining the chemical reactions that take place between it and the blood. In giving expression to the anticipation that similarly delicate tests of chemical reaction will yet be discovered for each of the special histological elements of the body, I do not think that we err by being too sanguine. Were such means of investigation at our disposal, it may safely be predicted that knowledge would be acquired of as perfect a kind as is indicated in the following quaint sentence, written by Locke: "Did we know the mechanical affections of the particles of rhubarb, hemlock, opium, and a man, as a watchmaker does those of a watch, whereby it performs its operations; and of a file, which, by rubbing on them, will alter the figure of any of the wheels, we should be able to tell beforehand that rhubarb will purge, hemlock kill, and opium make a man sleep." It is encouraging to find that even now we know of certain "affections of the particles" of active substances which enable us to tell beforehand that, wherever these affections occur, well defined and characteristic physiological effects will be produced.

## LECTURE II.

### THE ANTAGONISM BETWEEN THE ACTIONS OF ACTIVE SUBSTANCES.

MR. PRESIDENT AND GENTLEMEN,—When I was honored by the request to bring under your notice some subjects bearing upon pharmacology, I found myself placed in the difficult position of having too many good things to choose from. Within my reach were the fruits—seldom altogether ripe, but without exception temptingly attractive—of numerous investigations, conducted both in this country and abroad, in the field of pharmacological research. At my disposal, also, were the methods by which these fruits had been cultivated—the refinements of experimentation, and the mechanical appliances by whose aid, within recent years, results of surpassing beauty and interest have been obtained, and much progress has been made in the establishment of a sound basis for therapeutics. The consideration of either of these subjects, however, would have required much more time than could be found within the limits of two lectures. It was for this reason that I selected two subjects that admit of briefer discussion, while at the same time they possess a sufficiently independent interest to allow of their being treated apart from the general subject in which they are included.

*Definition of Antagonism.*—The connection between the chemical properties and the physiological action of active substances occupies a position on the border-land of pharmacology, for it is placed between pharmacology and one of the sciences most intimately related to it. The subject which I propose this evening to bring before you is placed, on the contrary, in the centre of this region, seeing that it is chiefly concerned with the relationships that exist between different groups of well defined pharmacological facts.

Presupposing a definite knowledge of the modifications produced in normal physiological conditions by a certain number of active substances to have been acquired, antagonism is concerned with the opposing influence which the action of one or more of these substances is able to exert upon that of any of the others—with the opposing actions, for example, of morphia and atropia on the pupils and minute blood-vessels, of morphia and quinia on the circulation, of prussic acid and atropia on the vagi nerves, and of physostigma and atropia on the iris and on visual accommodation. When several of the actions of one substance are counteracted by those of another, the antagonism becomes a more general one than in the examples I have cited; and when, among the different counteracting actions that occur in general antagonism, there are included any by which the fatal effect of one or other of the substances is usually produced, the one substance may act towards the other as a physiological antidote.

Physiological antidotism is, therefore, a very different thing from chemical antidotism. In all probability, however, the origin of the one may be referred to the same cause as that of the other. Soon after it became known that injurious effects follow the introduction of certain substances into the system, attempts were naturally made to remedy these effects, and also to discover counteragents or antidotes to the harmful substances. The success attending these attempts was of necessity closely related to the existing state of knowledge regarding the physiological action and the physical properties of active substances. When the effects of poisons were referred to supernatural manifestations, it was chiefly charms and superstitious rites that were trusted to as protectives and remedies. At a somewhat more advanced period in the progress of human knowledge, vague notions of physiological laws and processes supplied the indications of curative treatment; and bezoars, alexipharmics, Mithridates, and theriaca, were employed almost indiscriminately as universal antidotes. Still later, chemistry suggested that, as the physical properties of poisons may be modified by various reagents, so may their effects be prevented by the administration of suitable substances.

The recommendations derived from chemistry were at first only of the crudest description; but, as the science advanced, many valuable hints were obtained, and now the class of the chemical antidotes includes a large number of efficient counteragents to poisons. Their operation, however, appears to be limited to the chemical changes which they produce on the poison while it remains in the alimentary canal.

As soon as the poison becomes absorbed into the blood, it seems to pass beyond the antidotal influence of the chemical counterpoison; for no example exists of a chemical antidote neutralising a poison after absorption. This may be explained by the fact that the chemical antidotes known to us are never sufficiently stable bodies. Their affinities are numerous; and so, after their entrance into the blood, they dissipate the chemical energy on which their value depends by forming combinations with the elements of the blood and tissues, in place of reserving that energy until the absorbed poison is reached and neutralised.

*Reputed Examples.*—In order perfectly to neutralise the injurious effects that follow the introduction of active substances into the living economy, it would appear to be necessary that the physiological functions of the affected organism should be modified. The early though undoubtedly crude notions that originated the employment of alexipharmics, Mithridates, and theriacs, to a certain extent recognised this principle. The two latter of these compounds contained opium, along with an immense number of other ingredients; and so their indiscriminate employment as antidotes may have led to the first suggestion, or at least to one of the earliest applications, of an antagonism whose recognition dates from a remote period of medical history. I refer to the antagonism between opium on the one hand, and belladonna, hyoscyamus, and stramonium, on the other. One of the earliest records of a belief in the existence of this antagonism is to be found in the *Stipium Aeternaria Nova*, published in 1570 by Pena and De Lobel, where the statement is made that some Italian pedlars, who gained much notoriety by employing the root of the belladonna-plant to quench thirst, were in the habit of administering opiates to remedy the evil effects that occasionally were thereby produced. Tracing the history of this antagonism down to the present time, we find that during the seventeenth and eighteenth centuries, and at the commencement of the present century, several cases were reported, more especially by Hostius, Faber, Boescher, and Joseph Lippi, in which opium was administered with apparent benefit in the treatment of poisoning by belladonna. Within more recent times, many modern authors, as Angelo Poma, Anderson, Casin, Benjamin Bell, Reiser, Lee, Norris, and Constantin Paul, have published evidence, derived from cases of poisoning in man, that appear to favour a belief in its existence. I need scarcely point out that evidence of this kind is usually surrounded by numerous causes of fallacy. It is not surprising, there-

fore, that observers of such recognised ability as Drs. John Harley and L. Orfila should have come to the conclusion, after a careful examination of the record of each case, that the evidence derived from clinical experience is insufficient to establish the reality of this antagonism; or that Dr. Fraignasud and others should besides assert that the association of opium with belladonna, in place of producing a diminution, produces an increase, of the toxic power of both substances. For my part, I feel inclined to believe that, while the existing evidence is insufficient distinctly to prove that opium is able to prevent the fatal effect of belladonna, hyoscyamus, or stramonium, or these latter substances that of opium, it is still sufficient to render it extremely probable that a general antagonism does really exist—to the extent, at any rate, of the primary lethal action of morphia being preventable by the physiological action of the other substances which I have named. A properly devised series of experiments would in all likelihood justify the opinion of those who, with no little courage, have practically affirmed their belief in the existence of this antagonism.

The rapid development of pharmacology has led to the acquisition of definite knowledge regarding the manner in which many active substances influence the physiological condition of vital structures; and it has been found that the modifications produced by certain of these substances are of an opposite kind to those produced by others. In this way the existence of many instances of localised antagonism—to several of which I have already alluded—have been established.

The study of pharmacology has likewise led to the differentiation of the special structures by the modification of whose physiological conditions the lethal action of poisonous substances is produced. In a few instances, it has been shown that the nature of the modification produced in the physiological condition of the structure or structures involved in the lethal action of one substance, is apparently contrary to that produced on the same structure or structures by the physiological action of another substance. The establishment of such facts has led to the suggestion of various instances of antagonism, in which it is supposed that the lethal action of one substance may be prevented by the physiological action of another. Prominent among these are the antagonism between the lethal action of prussic acid and the physiological action of atropia, and that between the lethal action of muscaria and the physiological action of atropia. The elaborate researches of Freyer and of Schmiedeberg and Koppe proved that both prussic acid and muscaria increase the excitability of the vagi nerves, and in this way so

seriously affect the cardiac and respiratory functions, that death results when sufficiently large doses are given. Previous investigators—more especially Von Beold and Bloebaum—had already discovered that atropia exerts an action that is in a remarkable manner contrary to that of these substances; for it paralyses the cardiac inhibitory fibres of the vagi, and likewise the terminations of these nerves in the lungs, and thus accelerates both the cardiac and respiratory movements. Guided by these facts, Freyer made a few experiments which strongly support the opinion at which he has arrived, that atropia is a physiological antagonist to prussic acid, even to the extent of being able to prevent the primary lethal action of that poison; while Schmiedeberg and Koppe have made several experiments which induce them to believe that the lethal action of muscaria may be counteracted by atropia.

In addition to these, many other examples of general or of lethal antagonism have been advanced. Their existence, however, has rarely been inferred from a knowledge that the substances concerned influence the same structures in contrary modes, but has been conjectured from a knowledge of merely the general phenomena that are produced by these substances. The conspicuous spasmodic effects by which the action of strychnia is characterised appear to have suggested the employment, as physiological counteragents, of various substances whose general action includes the production of paralysis; and accordingly the list of proposed antagonists to this alkaloid embraces opium, curara, aconitia, nictotia, bromide of potassium, chloroform, chloral, and nitrite of amyl. Opium and quinia have been proposed as antidotes to each other, on the supposition that the former exalts several of the organic functions, while the latter depresses them; and the physiological actions of iodine and bromine are said to neutralise each other, because the former substance produces sedation, and the latter excitation, of certain general functions.

Among these examples, there are several worthy of further examination; and it is not impossible that their existence may thereby be established. Meanwhile, the criticism of the Professor of Therapeutics at Paris, in reference to the majority of recorded examples of antagonism, appears to be a just one—that "la précision fait souvent défaut dans l'analyse des faits, les inductions manquent de rigueur, et la pratique attend de nouvelles lumières de la part de la physiologie expérimentale et de la thérapeutique rationnelle."

*Chief Fallacies in the Evidence regarding the Existence of Antagonism.*  
—This absence of precision may, I believe, with peculiar justice, be

said to characterise the evidence by which the existence of such general antagonism as enables one substance to prevent the lethal action of another has been supported. In nearly every instance, too much weight has been placed on a mere modification, or it may be amelioration, of the symptoms, while the establishment of the fundamental fact of these symptoms being the result of a lethal dose has not been sufficiently attended to.

It is doubtful whether, from clinical observation alone, a sufficient degree of precision can ever be obtained. Not only are there difficulties in the way of discovering what dose of poison has been introduced into the system, but even when this dose is ascertained, it is generally impossible to feel assured that it is a sufficient one to produce death. And, further, the effects of the substance administered as a physiological antidote can rarely be accurately observed. The exigencies of treatment demand that every likely method of alleviating the symptoms should be applied; and, among the various remedial measures that are almost always applied, it is difficult, if not impossible, to discover accurately the effects of any single antidote.

*How these Fallacies may be avoided.*—The only method whereby the existence can satisfactorily be proved of an antagonism, so perfect as that which enables one substance to prevent the fatal effect of another, is by experiment on the lower animals. It is not necessary for me to attempt to show that the fallacies asserted to exist in such experiments have been greatly exaggerated, or that the supposed differences between the results obtained in man and in the lower animals do not possess the importance that has been claimed for them, as, fortunately, nothing remains to be done in this direction since the convincing arguments of Claude Bernard have been advanced and generally accepted.

By testing the existence of antagonism by experiments on the lower animals, the most important of the causes of fallacy to which I have alluded may readily be avoided. In any given species of animal, it is a simple matter to determine the minimum dose of an active substance that can produce death, and then to test the antidotal influence of its supposed antagonist after the administration of an undoubtedly lethal dose of the poison. In this manner, the most convincing proof may be obtained of an antidotal influence; and, inspired with the confidence that is thus gained, the practitioner may with propriety employ the antidote in cases of poisoning in man.

*The Antagonism between Atropia and Physostigma.*—A plan of this kind was followed in a research which I lately undertook on the antagonism

onism between atropia and physostigma. The experiments were chiefly performed on dogs and rabbits, to whom the substances were administered by subcutaneous injection; and their main purpose was to determine whether the fatal effect of physostigma can be prevented by atropia. Some of the results seem of sufficient interest to justify me in bringing them before you at this time.

In order to illustrate the effects that are produced by physostigma alone, let me, in the first place, describe the symptoms that occur when a lethal dose of the extract of this substance is given to a rabbit. Soon after such a dose is administered, infrequent and slight twitchings take place over the surface of the animal, and then movements of the mouth and lips occur, as if an accumulation of saliva were being removed. In the course of a very few minutes, there is evident difficulty in going about; gradually, stiff extension shows itself in the anterior, and then in the posterior, extremities; and thereafter the animal stumbles about, or stands shaking with the body elevated on the extended limbs. In a short time, the extended state of the limbs is succeeded by their partial paralysis; great weakness, accompanied with constant trembling, is present; fluid escapes from the mouth, and soft and palaceous feces are passed at frequent intervals. The respirations become infrequent and laboured, and the heart's contractions diminished in their frequency and force; while the pupils contract below their normal size. Soon afterwards, the respiratory movements assume the character of mere laboured gasps, the pupils still further diminish in size, and general weak tremors succeed each other; while the flow of saliva, the discharge of semi-liquid feces, and the incessant fibrillary twitches of the surface continue. By and by, it is a matter of difficulty to distinguish any respiratory movement or cardiac impulse, and they soon altogether cease on the occurrence of death.

Such a train of symptoms is usually produced by a dose of physostigma representing the smallest quantity that can kill a rabbit, and this event occurs in from twenty to thirty minutes. Let us now see how the effects of a considerably larger dose may be modified by atropia.

A rabbit received, by subcutaneous injection, a dose of extract of physostigma considerably greater than the minimum-lethal; and one minute and a half afterwards it received, also by subcutaneous injection, half a grain of sulphate of atropia. In three minutes after the injection of atropia, the pupils measured  $\frac{1}{8} \times \frac{1}{8}$ ths of an inch, the measurement immediately before the experiment having been  $\frac{1}{16} \times$

$\frac{1}{8}$ ths. In seven minutes, the pupils measured  $\frac{1}{8} \times \frac{1}{8}$ ths, the rate of the heart's contractions was considerably accelerated, fibrillary twitches were occurring, and a little restlessness was present. Soon afterwards, the pupils became still more dilated, and the animal had some difficulty in moving about. In twenty-five minutes, this difficulty had become greater—even to such an extent, that often the anterior extremities yielded, and the rabbit fell on the thorax. In fifty-two minutes, the pupils measured  $\frac{1}{8} \times \frac{1}{8}$ ths of an inch, but no obvious change had occurred in the general condition of the animal. In one hour and ten minutes, however, evidences of recovery were manifested; the rabbit went about with but little difficulty, and frequently a perfectly normal sitting posture was assumed. Indeed, the only symptom of an abnormal character that was now apparent consisted of frequently occurring and well marked fibrillary twitches. From this time the condition of the animal steadily improved, until perfect recovery occurred.

Preliminary experiments had satisfied me that the dose of physostigma extract given in this experiment was at least twice as large as the minimum-lethal. Yet the fatal effect of this large dose was prevented in a remarkable manner by the dose of atropia that was given in conjunction with it. To add to the proof that was thereby obtained of an antagonism between these two substances, I administered to this rabbit, nine days afterwards, a dose of extract of physostigma only one half as large as that from which it had thus recovered. Symptoms of poisoning very quickly appeared, and death occurred in about fourteen minutes.

In another experiment on a rabbit, which I shall briefly describe, a lethal dose of sulphate of physostigma was allowed to exert its action for a longer period than in the last experiment, before a dose of sulphate of atropia was administered. Previously to the administration of the physostigma, it was found that the average rate of the cardiac contractions was 38, and that of the respiratory movements 22, in ten seconds; and that the pupils measured  $\frac{1}{8}$ ths by  $\frac{1}{8}$ ths of an inch. Fifteen minutes after the lethal dose of sulphate of physostigma had been given, the rabbit was lying on the side, and saliva was flowing copiously from the mouth; infrequent, laboured, and noisy respirations were occurring; the cardiac contractions were extremely feeble, and at the rate of only nine in ten seconds; and the pupils had contracted to  $\frac{1}{16}$ ths  $\times$   $\frac{1}{16}$ ths of an inch. In fact, the animal was at the point of death.

A marvellous change, however, was quickly produced by the ad-

ministration of sulphate of atropia. Two minutes after seven-tenths of a grain of this substance had been injected under the skin, the respirations were occurring at the rate of 18 in ten seconds, while their character was nearly normal; and the cardiac contractions were strong, and at the high rate of 50 in ten seconds, the rate before the antidote was given having been only nine in ten seconds. Soon afterwards, the pupils dilated and the flow of saliva ceased; and, by and by, the animal again turned from the side, raised the body on the limbs, and then assumed a perfectly normal posture. It was shown that the dose of sulphate of physostigma from which this animal had recovered was a lethal one, by administering to it, several days afterwards, a dose of equal size, without any atropia. The usual symptoms of physostigma-poisoning were thereby produced, and death occurred in sixteen minutes.

I have said that the antagonism between atropia and physostigma was tested in dogs as well as in rabbits, and in order to illustrate the nature of this antagonism in the former animal, it may be proper to give a few details of one of my experiments. An active young Scotch terrier dog, weighing ten pounds and three ounces, received, by subcutaneous injection, three-fifths of a grain of sulphate of physostigma, dissolved in a few drops of distilled water. Before the injection, the rate per ten seconds of the cardiac impulses was 32, and that of the respirations 4, and the size of the pupils, in a full light, was  $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16}$ ths of an inch. In four minutes after the commencement of the administration, slight tremors occurred, and fibrillary twitches were present. In five minutes, a solution containing three-tenths of a grain of sulphate of atropia was injected under the skin. In two minutes thereafter, the tremors already noted had become more prominent and strong, the limbs were unable properly to support the body, saliva escaped from the mouth, and the eyeballs were unnaturally moist. In five minutes, the pupils were greatly dilated, but now the secretions of the salivary and lacrimal glands were diminished. In seven minutes, the dog lay quietly on the abdomen and thorax; and in thirteen minutes it fell over on the side. An endeavour was made to count the cardiac impulses, but, when the hand was placed over the heart, the tremors referred to became so greatly increased that it was impossible to distinguish the heart's impulse. It was not until thirty-eight minutes, that an attempt to count the heart's contractions was successful, and then it was found that the impulses occurred at the rate of 45 in ten seconds. At the same time, the respirations had a rate of 7 in ten seconds, and the pupils measured  $\frac{1}{16} \times \frac{1}{16}$ ths of an inch. In forty-eight minutes, the condition of the

dog had so far improved that, after some efforts, it rose on the limbs, and then lay down in a normal crouching attitude, with the head raised. Soon afterwards, it again got up and walked about the room, with only a little unsteadiness. In one hour and fifty-five minutes, the animal seemed to be perfectly well. On the following day, the dog was active, and in a perfectly normal condition. Nineteen days after the performance of this experiment, the same dog received, by subcutaneous injection, a dose of sulphate of physostigma, only one-half as large as that from which it had recovered when atropia was also given; and the result was that death was produced in twenty-two minutes.\*

Gentlemen, the details of these three experiments will serve, I trust, to convince you that atropia exerts a powerful constricting influence upon the lethal action of physostigma. I am glad to be able to state that several experiments bearing on this antagonism have been performed by Dr. Bourneville of Paris, which have led to equally satisfactory results. The experiments which I have brought under your notice by no means represent the amount of evidence that may be advanced in support of this antagonism; for results similar to those I have described were obtained in a large number of other experiments. These additional experiments, however, were not undertaken for the mere purpose of increasing the amount of this evidence.

*Limits to the Antagonism between Atropia and Physostigma.*—As both atropia and physostigma possess a number of separate actions, it was not unreasonable to anticipate that several of them are not mutually antagonistic; and, therefore, that combinations of certain doses of the two substances may be administered whereby the non-antagonist actions will be produced in sufficient degrees of energy to be able to cause death. The possibility of a fatal result ensuing after the combined administration of the two substances in certain doses is also rendered probable by many facts which show that several of their actions are of a similar nature. When a dose not greatly above the minimum-lethal of the one is counteracted by a moderate dose of the other, these similar actions are not produced in sufficient intensity to become, even in combination, important toxic actions. When, however, a dose considerably above the minimum-lethal of the one substance is given along

\* Full details of these, and other similar experiments, are contained in a paper by the author, in the *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, vol. xxvi, part iii, 1870-71, pp. 559-713.



with a large dose of the other, the similar actions may be produced in such intensity as to assume the importance of lethal actions.

Guided by these considerations, I anticipated that the counteracting influence of atropia upon the lethal action of physostigma is successfully exerted only within a limited range of doses, and that this range may be determined by experimental research. The task of making this determination was undertaken because it seemed likely that results would thereby be obtained of the greatest interest and novelty, in connexion not only with this special instance of counteraction, but also with the general subject of physiological antagonism and its important and direct bearing on the principles of therapeutics.

In order to define the limits of the counteracting influence of atropia upon the lethal action of physostigma, three series of experiments were made. The chief objects of the first two of these were to ascertain the maximum dose of physostigma that can be successfully antagonised by atropia, and the range of doses of atropia that can successfully antagonise lethal doses of physostigma. In each series, a constant interval of time was maintained between the administration of the two substances; but in the first atropia was administered five minutes before physostigma, while in the second physostigma was administered five minutes before atropia. In both of these series, experiments were made, in the first place, with the minimum-lethal dose of physostigma; and, in combination with it, various doses of atropia were administered, ranging from one that was too small to prevent the lethal action, through a number that were able to prevent death, until a dose was found whose administration resulted in death. Similar experiments were made with a dose of physostigma one-and-a-half times as large as the minimum-lethal, then with one twice as large as the minimum-lethal, and so on, at the same rate of progression, until a dose was reached that was too large to be successfully antagonised by any dose of atropia.

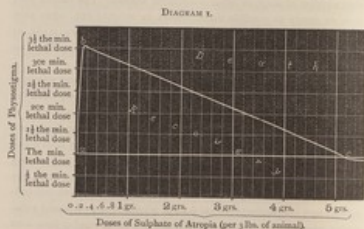
The chief object of the third series of experiments was to ascertain within what limits of time between the administration of the two substances successful antagonism occurs. In the experiments of this series, a constant dose of physostigma was given along with various doses of atropia; and with each dose of atropia several experiments were made, which differed from each other by a difference in the interval of time between the administration of the two substances. On this plan, two sets of experiments were performed, in one of which atropia was given before physostigma, and in the other after it; and subsequently these two sets of experiments were connected together by

a third, in which atropia in various doses was administered simultaneously with the same dose of physostigma as was given in the two other sets of experiments. I found it necessary to make all the experiments of these three series on rabbits, as it was impossible to obtain a sufficient number of dogs or other convenient animal. The rabbits used were as nearly as possible three pounds in weight; but, when they were lighter or heavier than three pounds, a correction was made, so that each dose represented three pounds weight of animal. The two substances were administered by subcutaneous injection.

In the first series of experiments—where the atropia was administered five minutes before the physostigma—it was found that, when the minimum-lethal dose of physostigma was administered, 0.005 grain of sulphate of atropia is too small a dose to prevent death, but that 0.015 grain is sufficient to do so; and that with any dose ranging from 0.015 grain to 5.2 grains, the lethal action of this dose of physostigma may be prevented; while, if the dose of atropia be 5.3 grains or more, the region of successful antagonism is left, and death occurs. With one-and-a-half times the minimum-lethal dose of physostigma, successful antagonism was produced by doses of sulphate of atropia ranging from 0.02 to 4.1 grains; with twice the minimum-lethal dose of physostigma, with doses of sulphate of atropia ranging from 0.025 to 3.2 grains; with two-and-a-half times the minimum-lethal dose of physostigma, with doses of sulphate of atropia ranging from 0.025 to 2.2 grains; with thrice the minimum-lethal dose of physostigma, with doses of sulphate of atropia ranging from 0.06 to 1.2 grain; and with three-and-a-half times the minimum-lethal dose of physostigma, with doses of sulphate of atropia ranging from 0.1 to 0.2 grain. Successful antagonism could not be obtained above this dose; and accordingly three-and-a-half times the minimum-lethal dose of physostigma is the largest quantity whose lethal action can be prevented in rabbits by atropia administered five minutes previously.

To aid your comprehension of these results, I have prepared a diagram (Diag. 1) in which they are shown in a graphic form. In this diagram, the doses of atropia are represented by the distance, in a horizontal direction, from the perpendicular line forming the left margin; and they increase at the rate of two-tenths of a grain for every subdivision of the horizontal lines. The doses of physostigma increase from below upwards; the minimum-lethal dose being represented by the thick horizontal line; a dose one-and-a-half times as large as the minimum-lethal, by the thin horizontal line immediately above the

thick one; a dose twice as large as the minimum-lethal, by the next thin horizontal line; and so on until a line is reached near the top of the diagram, which represents a dose of physostigma three-and-a-half times as large as the minimum-lethal. The curved line, *a b c*, separates



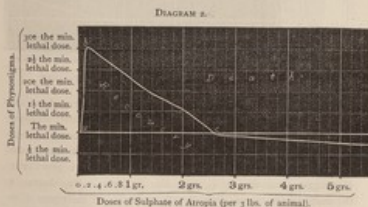
the fatal experiments from those that terminated in recovery,\* and accordingly the space enclosed by it represents a region in which recovery always occurs, while the space on its outside represents a region in which death always occurs. With these explanations, the results of the experiments will be rendered apparent by a mere glance at the diagram. It may again be pointed out that the more obvious of these results are, that the maximum dose of physostigma which, in rabbits, can be rendered non-lethal by atropia administered five minutes previously, is about three-and-a-half times the minimum-lethal dose; and that the range of doses of atropia which are able to render non-fatal various otherwise fatal doses of physostigma, diminishes as the dose of physostigma increases. The general nature of these results is well illustrated in the diagram by the triangular form of the region of recovery after lethal doses of physostigma (*a b c*), of which the apex, *A*, indicates the maximum antagonisable dose of physostigma; and the gradual increase in breadth from the apex to the thick horizontal line, *a c*, the gradual increase in the range of doses of atropia that can prevent the

\* In the diagrams exhibited during the lecture, the fatal experiments were marked by crosses, and the non-fatal by dots; but this has not been done in the reduced copies that are here inserted, as the required space is wanting.

fatal effect of doses of physostigma diminishing from three-and-a-half times the minimum-lethal to the minimum-lethal.

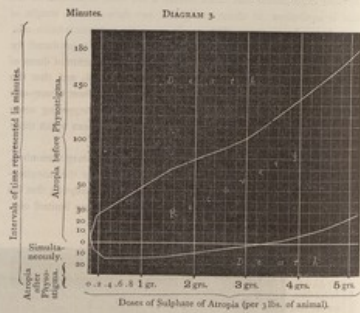
The considerations which led me to anticipate that the counteracting influence of atropia upon the lethal action of physostigma is successfully exerted only within a definite range of doses, and that death may be produced when a lethal dose of physostigma, which is capable of being rendered non-lethal by atropia, is given in combination with a somewhat large non-lethal dose of atropia, also led me to anticipate that death may be produced by the combined administration of non-lethal doses of the two substances. I accordingly made some experiments in which half the minimum-lethal dose of physostigma was administered five minutes after various doses of atropia. It was shown by these experiments that death occurs if the dose of atropia be one that is equivalent to about ten grains per three pounds weight of animal, or a larger dose. This result appears a very remarkable one, when it is considered that successful counteraction is produced by much smaller doses of atropia against the poisonous action of doses of physostigma greatly in excess of the minimum-lethal, and that the minimum-lethal dose of sulphate of atropia itself is about twenty-one grains. It, however, may be simply explained by supposing some action or actions of both physostigma and atropia between which there is no mutual counteraction.

The second series of experiments—in which, as you may remember, the physostigma was administered five minutes before the atropia—yielded essentially the same results as the first series, excepting that the region of successful antagonism was found to be a more limited one.



This difference is apparent when the diagrammatic representation of the experiments of the second series (Diagr. 2) is compared with that of the first (Diagr. 1). In both series, the general result was obtained that the range of the doses of atropia capable of preventing the lethal action of physostigma diminishes according as the dose of physostigma is increased.

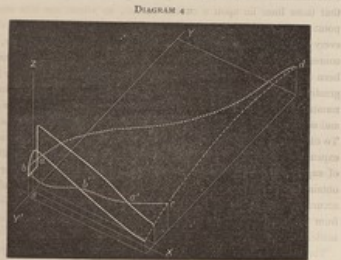
In the third series of experiments, I endeavoured to determine what influence the interval of time separating the administration of the two substances exerts upon the production of successful antagonism. I contented myself with making this determination in the case of one constant dose of physostigma (one-and-a-half times the minimum lethal), given in conjunction with doses of atropia ranging from the



one-hundredth of a grain to five grains. The general results of this series are represented in the diagram (Diagr. 3). Without occupying your time with details, I would merely point out that successful antagonism was found to occur with a greater range of doses of atropia, and with a greater range of intervals of time, when atropia is given before physostigma, than when it is given after it (shown in the diagram by the much greater extent, laterally and vertically, of the region of recovery above the thick horizontal line representing simultaneous admi-

nistration, than below that line). In the latter case, the length of the intervals of time is obviously limited by there being a limitation to the time within which the dose of physostigma that was given itself produces death. In the former case, the intervals are not subject to a similar curtailment, seeing that the doses of atropia administered were all considerably below the minimum-lethal dose.

In the three series of experiments that have now been described, I have pointed out the limits of antagonism—firstly, when atropia is administered five minutes before physostigma; secondly, when atropia is administered five minutes after physostigma; and, thirdly, when atropia in various doses is administered at various intervals of time before and after one-and-a-half times the minimum-lethal dose of physostigma. You will observe that in each series, of the three quantities (namely, dose of physostigma, dose of atropia, and interval of time),



In this diagram, doses of physostigma are indicated by the distance (parallel to the axis of *x*) from the plane, *VOX*; doses of atropia, by the distance (parallel to the axis of *y*) from the plane, *ZOY*; and intervals of time between the administration of the two substances, by the distance (parallel to the axis of *z*) from the plane, *ZOX*, points on the *Y* side of this plane indicating atropia administered before physostigma, and points on the *X* side indicating atropia administered after physostigma. I am indebted to my friend Dr. Crum Brown for the drawing from which this woodcut has been made.

only two vary; and, therefore, that the results of any one series may be represented by a diagram on a plane, as in the diagrams I have brought under your notice. A combined representation of the results

of the three series of experiments, involving as it does three variable quantities, will, however, be best effected by a model in three dimensions, such as I now show you. Diagram 4 is an orthogonal projection of this model, in which the three variables are represented on a scale somewhat different from that of Diagrams 1, 2 and 3; but this difference does not cause any difficulty in the recognition of the corresponding parts. The continuous line,  $a a'$ , represents the boundary of the region of recovery in the experiments where atropia was administered five minutes before physostigma (Series 1); the continuous line,  $b b'$ , the boundary of this region where atropia was administered five minutes after physostigma (Series 2); and the dotted line,  $c c' d d'$ , the boundary of this region where atropia was administered in various doses and at various intervals of time before and after one-and-a-half times the minimum-lethal dose of physostigma (Series 3). It is obvious that these lines lie upon a curved surface, on whose one side every point represents conditions leading to death, and on whose other side every point represents conditions leading to recovery. The surface, of course, cannot be fully known from the three sections of it that have been obtained by these experiments. It could be known only by greatly increasing the number of the experiments, so as to obtain a number of other curves parallel to and on either side of  $b b'$  and  $a a'$ , and of horizontal sections parallel to and below and above  $c c' d d'$ . To obtain a sufficient number of such curves, however, the labour and expenditure of time would be very great, seeing that so large a number of experiments as two hundred and seventy-six were made in order to obtain the curves represented in the diagram. Besides, a tolerably accurate conception of the form of the curved surface may be gained from the curves of the three series of experiments that have been made.

The region included within this curved surface represents every possible variation in the doses of atropia and physostigma, and in the intervals of time separating the administration of the two substances, that is compatible with the production of successful antagonism between physostigma and atropia. Its existence shows us how an investigation on antagonism may lead to very fallacious results, even when every care has been taken in obtaining a large amount of experimental data. I have already pointed out that, almost without exception, the instances of lethal antagonism asserted to exist cannot be regarded as certainly established, because sufficient care has not been taken in proving that recovery took place after an undoubtedly lethal dose of

one of the substances concerned. In attempting to *disprove* the existence of any asserted instance of lethal antagonism, a fallacy of equal importance may originate from ignorance of the fact that the antagonism does not necessarily occur throughout an unlimited range in the doses of the two substances, or in the intervals of time separating their administration: in short, that there is a region of death as well as a region of recovery in connection with probably every instance of lethal antagonism. Unless, therefore, the factors I have mentioned be greatly varied in a large series of experiments, it cannot be positively asserted that the antagonism does not exist. It appears to me that the fallacy to which I have now drawn your attention, has not been sufficiently attended to in much that has recently been written on the subject of antagonism.

*Bearing of Antagonism between Active Substances on Therapeutics.*—An eminent authority in pharmacology has recently published the statement, that the only method by which the injurious action of a poison can be made to terminate is by the employment of such means as will cause or hasten the elimination of the poison. This statement, fortunately, does not accurately describe our remedial resources. The existence of so undoubted an example of physiological antagonism as that which I have brought before you shows that the toxic action of a morbid agent may be directly opposed by the physiological action of an antidote or remedy; and, therefore, that recovery may be produced not only by removing the cause of the abnormal conditions, but likewise by directly influencing these abnormal conditions themselves in such a manner as to cause their return to a normal state.

It does not seem, however, that, in order to effect this return, the dose of the remedy must necessarily be increased in proportion to that of the morbid agent. This general principle has hitherto been somewhat vaguely recognised as a guide for treatment. The greater the severity of the symptoms, the greater the need for administering the antidote in large doses. When it is remembered that the action of poisons—whether these be the known substances with which toxicology is concerned, or those unknown substances on which the symptoms of many diseases are dependent—is rarely a simple one, but a series of independent actions directly involving many structures, and that the action of the antidote or remedy is in like manner the aggregate of several independent influences, we at once see how improbable it is that each of these several actions should be mutually antagonistic. In the case of the antagonism between atropia and physostigma,

only a limited number of the different actions produced by each substance are of an opposite, and therefore counteracting kind; while others of these actions—either of a similar or of a different nature—are not mutually counteracting. Successful antagonism occurs when the doses are so proportioned that the non-counteracting actions are not permitted to acquire an undue prominence. When, however, they are permitted to acquire this prominence, death, and not recovery, occurs; and this result may be induced by an increase, beyond certain proportional limits, of the dose either of atropia or of physostigma. When the dose of physostigma is a large one, therefore, we find that a comparatively small and not a large dose of atropia is the proper one to administer; and, when the dose of atropia is a large one, we find that it can successfully antagonise only a small, and not a large, dose of physostigma.

I cannot avoid thinking that, were our knowledge of the conditions produced by disease as accurate as that of the conditions produced by many active substances, it would, for similar reasons, be found that a remedy which exerts so perfect a counteraction to a disease as to be able to prevent its fatal effect, would aid, and not prevent, the lethal action, when given in a somewhat large dose, even when this dose is considerably below the minimum-lethal. Just as we have seen that the actions of atropia which are not employed in counteracting those of physostigma, may increase the fatal power of a dose of the latter substance to such an extent that death occurs, even when the dose of neither substance is of itself sufficient to cause death.

The occurrence of this anomalous result is well worthy of consideration for another reason. The symptoms that are produced by a dose of physostigma slightly below the minimum-lethal are of so serious a character, that it is impossible to predict from their evidence alone whether death or recovery will occur. This can only be done by previously defining the minimum-lethal dose; and, unless this precaution be taken, the greatest errors may arise in judging of the effects of antidotes. Do we not find an analogy between this cause of error and that which frequently characterises the inductions of therapeutists? A disease that produces symptoms of the most serious import, does not necessarily terminate in death, even although this termination be a frequent one. The dose of disease present may not be so large as a minimum-lethal one, and still the symptoms may be sufficiently urgent to induce us to consider that they are caused by such a dose. If a remedy be applied in these circumstances—and, in the present state of

our knowledge, they are probably always present—what surety can there be that the remedy has cured the disease? or that any remedy which may have been employed is not an efficient counteragent to its fatal effect? or even that the so-called *vis medicatrix nature* is not alone sufficient to counteract its lethal action? In presence of these uncertainties in reference to the exact degree of diseased action which is necessary to produce death—the exact dose of the disease that constitutes the minimum-lethal—there is little cause for wonder that scepticism regarding the power of remedies should exist, or that the unfortunate irrationalism of an indiscriminate expectancy should be revived as a therapeutic dogma.

I venture to think, however, that even the few facts which I have this evening brought before you are sufficient to show that a series of abnormal actions which, if unchecked, would inevitably terminate in death, may be so modified by an antidote or remedy, that the tendency to death is averted, and recovery produced. The existence of such an antagonism as that between atropia and physostigma encourages the hope that the power of directly counteracting disease is far from unattainable; and it supplies a strong incentive to efforts designed to determine the conditions of disease and the actions of remedies with an exactitude sufficient to show how the remedial action may be applied as a counteracting influence to the diseased condition.

ungehindert ist. Treten später, wenn ausgebreitete Verkäsung und Cavernenbildung Platz gegriffen haben, auch für die venöse Circulation ernsthaftere Behinderungen ein, so ist mittlerweile durch Verwachsung der beiden Pleuralblätter und durch Anastomose der pleuralen Pulmonalarterienästchen mit den Interostalvenen ein neuer Ausweg eröffnet. Begreiflicherweise aber bekommt durch diese Verunständung das ganze Auftreten der sympathischen Pleuritis mehr den Charakter einer Ergänzungskrankheit, d. h. nicht sowohl einer Entzündung als einer entzündlichen Neubildung, welche durch eine derivative Hyperämie prädisponirt und in allen ihren Erscheinungen beeinflusst wird.

Wie gesagt sind schon die allergeringsten Bindegewebsflorescenzen mit ziemlich weiten Gefässschlingen nicht sowohl ausgestattet als von ihnen förmlich getragen. Die Verwachsung mit der gegenüberliegenden Pleurafläche ist in erster Linie eine Eröffnung von gewissen dicken und kurzen Anastomosen zwischen den beiderseitigen Gefässnetzen. Häuft sich später das Bindegewebe, wächst es zu einer dicken und derten Schwarte an, so ist diese Schwarte wie gewisse Cavernome ganz durchzogen von enorm vielen dichtgestellten, leicht spiralförmig gedrehten Gefässen, die bei einer guten Injection mit einer erstarrenden Masse für ihre Lumina mehr Platz beanspruchen als das bindegewebige Parenchym selbst.

Dass eine derartige Gefässrichtung, ein vollständiges pleurales Blutventil also, von der weittragendsten Bedeutung für den Verlauf der Lungenschwindsucht ist, liegt auf der Hand. Ich werde Gelegenheit nehmen, in dem Abschnitt über die Heilvorgänge hier wiederum anzuknüpfen.

(Schluss folgt im nächsten Heft.)

IV.

Zur Lehre von der Differenz der Wirkung der Seeluft und der Gebirgsluft.

Von

Geh. Med. Rath Prof. Dr. Beneke  
in Marburg.

In den „Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg“, Bd. X. S. 407, habe ich zu Anfang dieses Jahres (1873) einige Beobachtungen mitgeteilt, welche ich als nicht unwichtig für das Verständniß der Wirkungen der Seeluft bezeichnen zu dürfen glaubte und welche im Jahre 1872 auf der Insel Norderney angestellt wurden.

Nachdem ich durch frühere Untersuchungen festgestellt hatte, dass der Genuss der Nordseeluft eine nicht unerhebliche Beschleunigung des Umsatzes der stickstoffhaltigen Verbindungen im menschlichen Organismus herbeiführe — eine Beschleunigung, welche sich in der Zunahme der Harnstoffausscheidung, Abnahme der Harnsäure und Abnahme der Erdphosphate im Harn zu erkennen gab —, blieb noch immer die Frage zu lösen übrig, in welcher Weise dieser gesteigerte Stoffumsatz herbeigeführt werde; denn weder der reichliche Ozongehalt der Luft, noch die Feuchtigkeit derselben, noch der starke Lichtreflex am Meeresstrande, noch endlich der erhebende Eindruck des Meeres auf die Psyche schienen eine genügende Erklärung jener Erscheinung darzubieten.

Eine sehr einfache Beobachtung brachte mich dann dem Verständniß derselben näher.

Ich suchte mir eine Aufklärung darüber zu verschaffen, wie sich die Wärmeverluste des Körpers in einer bestimmten Zeit in der See-

luft und in der Continentalluft verhalten; und nachdem ich erkannt hatte, dass die Beobachtungen am eigenen Organismus mit fast unübersteiglichen Schwierigkeiten verbunden waren, Schwierigkeiten, welche in der Wärmeregulation des Organismus selbst ihren Grund haben, construirte ich mir einen sehr einfachen Apparat, an dem ich mit Leichtigkeit den Wärmeabfluss von einem erwärmten Körper unter verschiedenen äusseren Bedingungen beobachten konnte.

Dieser Apparat bestand in einer Glasflasche, in welche ein in  $\frac{1}{10}$  Grade getheiltes Thermometer der Art durch einen durchbohrten Kork eingeführt wurde, dass die Quecksilberkugel sich etwa in der Mitte der Flasche befand. Die Flasche wurde mit erwärmtem Wasser vollständig gefüllt und nun beobachtet, in welcher Zeit je 1—10 Grade Celsius Wärme abgegeben wurden. Das Wasser wurde stets mit einer Temperatur von ca. 50° C. in die Flasche eingefüllt und dann beobachtet, in welcher Zeit die Temperatur desselben von Grad zu Grad von 45° C. auf 35° C. herabsank. — Um zugleich die den Abfluss der Wärme hemmende Einwirkung der Kleidung kennen zu lernen, wurde die Flasche, nach den ersten Beobachtungen an derselben ohne Bekleidung, zunächst mit einer Umkleidung von Shirting, dann mit Leinen und Flanell und zuletzt mit Shirting und einer doppelten Lage von Flanell in der Form eines Frauenrockes umgeben. — Bei allen Beobachtungen wurde selbstverständlich dieselbe Flasche und dasselbe Thermometer beibehalten. — Die Flasche stand stets auf einer Unterlage von Holz. Die Lufttemperatur wurde jedesmal an einem Thermometer nach Réaumur abgelesen.

Der Abfluss der Wärme von diesem Apparat wurde nun einmal auf der Insel Norderney im geschlossenen Zimmer, dann vor dem Hause inmitten des Dorfes, dann am Strande der Insel, und späterhin in Marburg im geschlossenen Zimmer und auf einer Terrasse meines Gartens beobachtet.

Das übereinstimmende Resultat aller Beobachtungen war das, dass der Wärmeabfluss, trotz gleicher oder selbst höherer Lufttemperatur, am Meeresstrande ungleich rascher erfolgte als an den übrigen Standpunkten, und ich suchte darzuthun, dass dieses Resultat einmal durch den hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, andererseits aber, und zwar ganz vorzugsweise, durch die Intensität der Luftströmungen am Strande herbeigeführt sein müsse.

Um eine Anschauung von der grossen Differenz der Wärmeverluste an den verschiedenen Standpunkten der Flasche zu geben, mögen folgende Beobachtungsergebnisse hier noch einmal Platz finden.

10° C. Wärme (45—35°) wurden abgegeben:

1) von der unbekleideten Flasche:

a) im Zimmer auf Norderney	in 44,5 Minuten bei	9° R. Lufttemp.
b) vor dem Hause auf Norderney	in 22,0 " " "	9° R. " "
c) am Strande auf Norderney	in 12,0 " " "	10° R. " *)
d) im Zimmer in Marburg	in 56,5 " " "	13,5° R. " "
e) im Garten in Marburg	in 26,7 " " "	8° R. " "

2) von der mit einem Shirtingrock bekleideten Flasche:

a) im Zimmer auf Norderney	in 75,0 Minuten bei	13° R. Lufttemp.
b) vor dem Hause auf Norderney	in 64,25 " " "	14° R. " "
c) am Strande auf Norderney	in 35,0 " " "	13° R. " **)
d) im Garten in Marburg	in 46,0 " " "	12° R. " "
e) am Strande auf Norderney	in 14,0 " " "	9° R. " ***)

3) von der mit einem Flanellrock bekleideten Flasche:

a) im Zimmer auf Norderney	in 83,5 Minuten bei	13° R. Lufttemp.
b) vor dem Hause auf Norderney	in 75,7 " " "	14° R. " "
c) am Strande auf Norderney	in 30,5 " " "	12,7° R. " †)

4) von der mit einem Shirting- und zwei Flanellröcken bekleideten Flasche:

a) im Zimmer auf Norderney	in 130,5 Minuten bei	13,5° R. Lufttemp.
b) vor dem Hause auf Norderney	in 96,0 " " "	11,5° R. " "
c) am Strande auf Norderney	in 53,0 " " "	13,0° R. " **)
d) am Strande auf Norderney	in 35,0 " " "	10,5° R. " ††)
e) im Zimmer in Marburg	in 143,25 " " "	16,0° R. " †††)
f) im Garten in Marburg	in 132,5 " " "	17,0° R. " †††)

Diese Zahlen sprechen für sich selbst, und trotz aller regulatorischen Apparate, welche an der Haut des lebenden menschlichen Organismus gegenüber kälteren Einflüssen in Wirksamkeit treten, glaube ich durch sie zu dem Ausspruche berechtigt zu sein, „dass durch die Intensität der Luftströmungen unmittelbar an und auf offener Nordsee die Temperaturverluste des Körpers erhöht werden, und dass sich damit ein grosser Theil der Wirkungen der Nordsee-Luft erkläre.“

Man würde einwenden können, dass, wenn es sich nur um Wärmeentziehung handle, eine solche Wirkung, wie sie die Seeluft

\*) Während der Beobachtungen b. und c. starker Nordwestwind.

\*\*\*) Während der Beobachtungen b. und c. mässige Windstärke.

\*\*\*\*) Sturm.

†) Starker Nordwestwind.

††) Heftiger Sturm.

†††) Windstille. Sommerabend.

ausübt, dann ja auch durch ein kaltes Bad oder Aufenthalt in kalter Luft auf dem Continente erreichbar sein müsse. Diesem Einwande glaube ich jedoch mit folgendem Schlussatz entgegenzutreten zu können:

„Die eigenthümlichen Wirkungen der Seeluft unmittelbar am Strande des Meeres beruhen einerseits auf der Milde des Maasses der Wärmeentziehung in einer gegebenen Zeiteinheit, auf der damit gebotenen Möglichkeit raschen Ersatzes der Wärme ohne zu grosse Arbeit des Organismus, und auf der dadurch wieder gebotenen Zulässigkeit, jene Wärmeentziehung stundenlang auch auf schwächere Individuen fortwirken zu lassen; andererseits aber auch darauf, dass dieselbe Seeluft, welche die Wärme entzieht, Eigenschaften besitzt, welche den raschen Ersatz der verlorenen Wärme mächtig unterstützen, ohne dass der Organismus deshalb zu grösseren Anstrengungen genöthigt wäre (i. e. der durch die Stärke der Luftwellen auf die Oberfläche des Körpers ausgeübte Reiz). Die Seeluft unterscheidet sich in dieser Weise specifisch von allen übrigen Arten künstlicher oder natürlicher Wärmeentziehungsmittel.“

In Betreff der Begründung dieses Satzes muss ich auf die oben citirte Arbeit verweisen.\*)

Nach diesen Beobachtungen am Nordseestrande war es nun von grossem Interesse, dieselben auch in der Gebirgsluft anzustellen, um damit eine positive Unterlage für einen Vergleich der Wirkungsweise dieser beiden so mächtigen Agentien, wenigstens nach einer Seite hin, zu gewinnen. — Die Differenz dieser Wirkungsweise ist bis dahin noch so wenig genau festgestellt, und die Indicationen für beide Agentien sind überall noch so unsicher und schwankend, dass ein jeder Beitrag zur Klärung ihrer Kenntniss nur um so mehr willkommen erscheinen musste.

Ich begab mich deshalb mit ganz demselben Apparat, welchen ich auf Norderney benutzt hatte, in das Hochgebirge der Schweiz und ermittelte, in welchen Zeiträumen hier je 10° C. (45—35°) Wärme von dem Apparat abgegeben wurden. — Die Resultate waren in

\*) Die Schriften der Gesellschaft zur Beförd. der ges. Naturw. in Marburg erscheinen bei Theodor Kay in Cassel. — Die einzelnen Abhandlungen können separat bezogen werden.



hohem Grade überraschend, und ich glaube deshalb nicht unterlassen zu sollen, dieselben genauer darzulegen.

Ich schicke voraus, dass die Flasche bei allen Untersuchungen mit einem Shirting- und zwei Flanellröcken umhüllt war, und zwar mit ganz denselben Stoffen, welche bereits auf Norderney gedient hatten.

Der erste Höhepunkt, welchen ich wählte, war die schynige Platte, nahe bei Interlaken, 1884 Meter (= 5800 Par. Fuss) hoch. — Die Luft war feucht. Es hatte Morgens geregnet und kurz nach der Beobachtung erfolgte ein gewitterartiger Regenguss. Die Windströmungen waren sehr mässig. Wolken zogen ab und zu langsam aus den Thälern herauf. Die Lufttemperatur schwankte während der Beobachtung zwischen 13° R. und 9,5° R. hin und her (2. September 1873). Kurze Sonnenblicke bedingten sofort eine Erhebung des durch einen Schirm geschützten Thermometers; ab- und zuziehende Wolken, die die Berghöhe einhüllten, verursachten ein sofortiges Abfallen desselben. — Der Beobachtungsapparat stand auf einem hölzernen Tisch (— wie in allen ferneren Beobachtungen —), ganz frei von allen Seiten von der Luft umspült; diesmal in kurzer Entfernung von dem den Schweizreisenden bekannten Hôtel Alpenrose.

Der Abfall der Temperatur des Wassers in der Flasche erfolgte in folgenden Zeitintervallen von halbem zu halbem Grad Celsius:

3 Uhr	4,0	Min.	—	45,0°	Celsius (13° R. Lufttemp.)
—	7,5	„	—	44,5°	„
—	11,0	„	—	44,0°	„ (10° R. Lufttemp.)
—	14,75	„	—	43,5°	„
—	18,50	„	—	43,0°	„
—	22,75	„	—	42,5°	„
—	27,50	„	—	42,0°	„
—	32,0	„	—	41,5°	„ (11° R. Lufttemp.)
—	36,5	„	—	41,0°	„
—	41,5	„	—	40,5°	„
—	47,5	„	—	40,0°	„ (13° R. Lufttemp.)
—	52,5	„	—	39,5°	„ (12° R. Lufttemp.)
—	57,5	„	—	39,0°	„ (11° R. Lufttemp.)
4 Uhr	2,5	„	—	38,5°	„ (9,5° R. Lufttemp.)
—	7,0	„	—	38,0°	„
—	11,5	„	—	37,5°	„
—	16,5	„	—	37,0°	„
—	21,25	„	—	36,5°	„
—	26,0	„	—	36,0°	„

In 82 Minuten entwichen demnach 9° C. Wärme.

Die Beobachtung musste wegen beginnenden Regens, gegen welchen kein Schirm zu halten war, unterbrochen werden. Berechnet man für den Abfluss eines weiteren Grades Wärme dieselbe Zeit, wie für den Grad 37—36 = 9,5 Minuten, so waren also 91,5 Minuten erforderlich, um eine Abkühlung des Wassers in der Flasche um die stets in Frage gezeigten gleichen 10° C. Wärme herbeizuführen.

Als zweiten Beobachtungspunkt wählte ich (am 4. September 1873) die Kleine- oder Wengern-Scheideck, 2069 M. (= 6370 Par. Fuss) hoch. — Der Apparat wurde in der Nähe des Hôtel Bellevue auf einen Tisch aufgestellt, ganz frei von Luft umflossen. Der Himmel war bedeckt, die Schneeberge durch Wolken verhüllt. Während der Beobachtung traten die Nebel bis nahe an die Hochebene heran. Es wehte ein mässig starker bis lebhafter Wind. Die Lufttemperatur schwankte zwischen 7° R. und 5° R., der Art, dass sie zu Anfang der Beobachtung 7° betrug, gegen die Mitte derselben auf 5° herabging und sich schliesslich wieder auf 6° R. hob. (Ich bemerke, dass die Thermometerkugel meines Reisethermometers stets ganz frei den Luftströmungen ausgesetzt wurde und weder durch Holz noch durch Metallgitter nach irgend einer Seite gedeckt war.)

Der Abfluss der Wärme von meinem Flaschenapparat erfolgte in folgenden Zeitintervallen:

12 Uhr	46,5	Min.	—	44,5°	Celsius
—	49,7	„	—	44,0°	„
—	57,5	„	—	42,5°	„
1 Uhr	3,5	„	—	41,5°	„
—	13,0	„	—	40,0°	„
—	16,5	„	—	39,5°	„
—	23,5	„	—	38,5°	„
—	31,0	„	—	37,5°	„
—	43,25	„	—	36,0°	„
—	50,8	„	—	35,0°	„
—	55,0	„	—	34,5°	„

In 68,5 Minuten entwichen demnach 10° Celsius,

oder, besser ausgedrückt, es waren 68,5 Minuten erforderlich, um eine Abkühlung des Wassers um 10° Cels. (44,5°—34,5°) herbeizuführen.

Den dritten Beobachtungspunkt bot mir am 5. September 1873 die „Grosse Scheideck“, 1961 M. (= 6036 Par. Fuss) hoch. — Der Himmel war bedeckt; die Luftströmungen sehr mässig stark. Der Blick auf Grindelwald und den Eiger frei; das Faulhorn um-

nebelt. — Die Temperatur der Luft ging allmählich während der Beobachtung von 8° R. auf 5° R. herunter.

Der Abfluss der Temperatur vom Apparat erfolgte in folgenden Zeitintervallen:

12 Uhr	32,5	Min.	==	45,0°	Celsius
—	41,5	„	==	43,5°	„
—	49,5	„	==	42,5°	„
—	53,75	„	==	42,0°	„
1 Uhr	3,50	„	==	41,0°	„
—	8,0	„	==	40,5°	„
—	22,5	„	==	39,0°	„
—	42,5	„	==	37,0°	„
—	47,5	„	==	36,5°	„

In 75 Minuten entwichen demnach 8,5° C. Wärme, und berechnen wir nach der Beobachtung, dass für das Entweichen des letzten halben Grades genau 5 Minuten erforderlich waren, für die nächstfolgenden 1½ Grade weitere 15 Minuten, so würde sich ergeben, dass 90 Minuten erforderlich waren, um auf der grossen Scheideck bei der angegebenen Lufttemperatur eine Abkühlung des Wassers um 10° Celsius herbeizuführen.

Die nächsten drei Beobachtungen wurden an tiefer gelegenen, in weiten Kreisen als klimatische Heilorte bekannten Höhepunkten vorgenommen.

Der erste derselben war Bürgenstock am Vierwaldstätter See. Die Beobachtung wurde auf der Terrasse vor dem neu erbauten, trefflichen Hôtel, welches in einer Höhe von 2900 Par. Fuss liegt, angestellt. (Die höchste Spitze des Bürgenstock erreicht eine Höhe von 1118 Meter = 3441 Par. Fuss.) — Die Luft war wenig bewegt, nur gegen Ende der Beobachtung erhob sich ein stärkerer Wind. Dagegen war die Atmosphäre sehr feucht. Es begann schon während der Beobachtung zu regnen und regnete dann den ganzen Tag (7. September 1873) fort. Dichte Nebel lagerten über dem See. — Die Lufttemperatur schwankte zwischen 8,5° und 7,5° R.

Der Abfluss der Temperatur von dem gegen den Regen geschützten, aber den Luftströmungen frei exponirten Apparat erfolgte in folgenden Zeitintervallen:

9 Uhr	7,0	Min.	==	45,0°	Celsius
—	9,75	„	==	44,5°	„
—	12,5	„	==	44,0°	„
—	15,0	„	==	43,5°	„
—	18,0	„	==	43,0°	„
—	21,0	„	==	42,5°	„

9 Uhr	24,0	Min.	==	42,0°	Celsius
—	27,5	„	==	41,5°	„
—	31,0	„	==	41,0°	„
—	34,5	„	==	40,5°	„
—	38,0	„	==	40,0°	„
—	41,5	„	==	39,5°	„
—	45,5	„	==	39,0°	„
—	49,25	„	==	38,5°	„
—	53,50	„	==	38,0°	„
—	57,25	„	==	37,5°	„
10 Uhr	1,5	„	==	37,0°	„
—	6,0	„	==	36,5°	„
—	10,5	„	==	36,0°	„
—	15,25	„	==	35,5°	„
—	20,0	„	==	35,0°	„

In 73 Minuten entwichen also 10° C.;

oder 73 Minuten waren erforderlich, um das in der bekleideten Flasche enthaltene Wasser um 10° Celsius (45°—35° C.) abzukühlen.

An dem eben genannten Punkte (Bürgenstock) wurde auch noch eine Beobachtung an der unbekleideten Flasche angestellt und zwar unmittelbar nach der eben mitgetheilten, so dass die Luftbeschaffenheit ganz die gleiche war, der Wind wurde lebhafter.

Die Aufzeichnungen sind folgende:

10 Uhr	41,0	Min.	==	45,0°	Celsius
—	42,0	„	==	44,5°	„
—	43,0	„	==	44,0°	„
—	44,2	„	==	43,5°	„
—	45,5	„	==	43,0°	„
—	46,5	„	==	42,5°	„
—	47,5	„	==	42,0°	„
—	48,7	„	==	41,5°	„
—	49,75	„	==	41,0°	„
—	50,8	„	==	40,5°	„
—	52,0	„	==	40,0°	„
—	53,2	„	==	39,5°	„
—	54,5	„	==	39,0°	„
—	55,7	„	==	38,5°	„
—	56,8	„	==	38,0°	„
—	58,0	„	==	37,5°	„
—	59,2	„	==	37,0°	„
11 Uhr	0,5	„	==	36,5°	„
—	1,0	„	==	36,0°	„
—	2,9	„	==	35,5°	„
—	4,2	„	==	35,0°	„
23,2	Min.	==	10°	Celsius.	

Es waren also 23,2 Minuten erforderlich, um das Wasser in der unbedeckten Flasche bei lebhaftem Winde, starkem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und bei 7—8° R. Lufttemperatur um 10° Celsius (45—35°) abzukühlen.

Der zweite der in Frage stehenden Höhepunkte war das viel besuchte Engelberg, 1010 Meter (= 3109 Par. Fuss) hoch. — Die Beobachtung wurde an der dem Kloster angrenzenden Kirchhofsmauer in ganz freier Lage vorgenommen. — Die Flasche stand auf hölzerner Unterlage. Die Luftströmungen waren sehr stark. Die Berggipfel wurden während der Beobachtung von Nebel umhüllt; eine Stunde später begann es zu regnen. Die Lufttemperatur schwankte zwischen 10° und 10,5° R. — Ich empfand bei den heftigen Luftströmungen die Kälte in stärkerem Grade als bei irgend einer der übrigen Beobachtungen, wiewohl ich kurz zuvor zu Mittag gegessen hatte.

Der Abfluss der Wärme erfolgte in folgenden Zeitintervallen:

2 Uhr	37,5 Min.	—	45,0° Celsius
—	40,0	"	44,5° "
—	42,5	"	44,0° "
—	45,5	"	43,5° "
—	48,25	"	43,0° "
—	51,25	"	42,5° "
—	54,5	"	42,0° "
—	57,5	"	41,5° "
3 Uhr	0,5	"	41,0° "
—	4,0	"	40,5° "
—	7,5	"	40,0° "
—	11,0	"	39,5° "
—	14,8	"	39,0° "
—	18,3	"	38,5° "
—	22,0	"	38,0° "
—	26,0	"	37,5° "
—	30,0	"	37,0° "
—	34,0	"	36,5° "
—	38,15	"	36,0° "
—	42,0	"	35,5° "
—	46,75	"	35,0° "

In 69,25 Minuten entwichen also 10° Celsius, oder 69,25 Minuten waren erforderlich, um das in der Flasche enthaltene Wasser um 10° Celsius (von 45° auf 35° C.) abzukühlen.

Der dritte niedrigere Höhepunkt war das ebenfalls stark frequentirte Seelisberg, und zwar wählte ich meinen Beobachtungsstand auf einem offenen Felde in der Nähe der Kirche des Dorfes

(etwa in der Mitte zwischen der bekannten Pension Häuser und Sonnenberg), 759 Meter = 2336 Par. Fuss hoch. — Der Himmel war nur leicht bedeckt; häufige Sonnenblicke fielen auf die Landschaft. Die Luft war aber stark bewegt, so stark, dass die auf einem Tische stehende Flasche einigemal, namentlich gegen Erde der Beobachtung, umzufallen drohte. — Die Temperatur der Luft schwankte zwischen 12,5° R. und 11,5° R.

Die Wärmeverluste erfolgten in folgenden Zeitintervallen:

12 Uhr	16,5 Min.	—	45,0° Celsius
—	19,5	"	44,5° "
—	22,5	"	44,0° "
—	25,75	"	43,5° "
—	29,50	"	43,0° "
—	33,50	"	42,5° "
—	37,50	"	42,0° "
—	41,50	"	41,5° "
—	46,10	"	41,0° "
—	50,80	"	40,5° "
—	55,75	"	40,0° "
1 Uhr	0,50	"	39,5° "
—	6,20	"	39,0° "
—	11,15	"	38,5° "
—	16,20	"	38,0° "
—	21,10	"	37,5° "
—	26,50	"	37,0° "
—	32,0	"	36,5° "
—	38,0	"	36,0° "
—	44,5	"	35,5° "
—	50,0	"	35,0° "

In 94,5 Minuten entwichen demnach 10° Celsius, oder 94,5 Minuten waren erforderlich, um das in der Flasche befindliche Wasser um 10° Celsius (von 45° C. auf 35° C.) abzukühlen.

Die letzte Beobachtung wurde auf Rigi-Staffel, circa 1640 Meter = 5048 Par. Fuss hoch, angestellt. — Der Flaschenapparat stand auf einem Tisch, ganz frei an der Kante des in der Nähe des Hotels vorspringenden Felsen. Es wehte ein so heftiger Sturm, wie man ihn nur an der Seeküste erleben kann. Der Apparat musste durch einen Gehülfen gehalten werden, was durch das Umfassen des Korks in der Oeffnung der Flasche effectuirt wurde. Dicke Nebelwolken zogen ständig vom Thale herauf und umhüllten uns, Verhältnisse, welche sämmtlich den Aufenthalt demjenigen während eines Sturmes am Seestrand sehr ähnlich machten. — Die Temperatur der Luft blieb ständig auf 7° R. stehen.

Der Abfluss der Wärme von dem Apparat erfolgte dabei in folgenden Zeitintervallen:

4 Uhr	6,10 Min.	== 45,0° Celsius
—	9,0	== 44,5°
—	11,5	== 44,0°
—	14,5	== 43,5°
—	17,1	== 43,0°
—	20,0	== 42,5°
—	23,0	== 42,0°
—	26,0	== 41,5°
—	29,0	== 41,0°
—	32,5	== 40,5°
—	35,5	== 40,0°
—	38,8	== 39,5°
—	45,5	== 38,0°
—	52,0	== 37,5°
—	55,0	== 37,0°
—	58,75	== 36,5°
5 Uhr	2,5	== 36,0°
—	6,15	== 35,5°
—	10,10	== 35,0°

In 64 Minuten entwichen also 10° Celsius Wärme,

oder es wären 64 Minuten erforderlich, um das Wasser in der Flasche um 10° Celsius (45—35°) abzukühlen.

Auf diese Beobachtung dürfte ein besonderer Werth zu legen sein, da sie den Wärmeabfluss auf der Gebirgshöhe unter den für denselben möglichst günstigsten Bedingungen kennen lehrt und der Vergleich mit dem Wärmeabfluss am Seestrande unter solchen Verhältnissen nur um so zulässiger erscheinen muss.

Ueerblicken wir nunmehr die einzelnen Beobachtungen, so gelangen wir durch Zusammenstellung der Resultate zu folgendem Ergebniss:

10° Celsius Wärme (45—35°) gingen aus der dreifach bekleideten Flasche verloren:

- 1) Auf der schynigen Platte (5800') in 91,5 M. bei 9,5—13,0° R. Lft.
- 2) Auf der Wengern-Scheideck (6370') in 68,5 " " 5,0— 7,0° " "
- 3) Auf der grossen Scheideck (6036') in 90,0 " " 5,0— 8,0° " "
- 4) Auf dem Bürgenstock (2900') in 73,0 " " 7,5— 8,5° " "
- 5) In Engelberg (3109') in 69,25 " " 10,0—10,5° " "
- 6) Auf Seelisberg (2336') in 94,5 " " 11,5—12,5° " "
- 7) Auf Rigi-Staffel (5048') in 64,0 " " 7,0° " "

Aus der unbekleideten Flasche entwichen dieselben 10° Celsius Wärme.

8) Auf dem Bürgenstock (2900') in 23,2 M. bei 7,5—8,5° R. Lft.

Vergleichen wir dieses Ergebniss mit den oben angeführten Resultaten der durchaus gleichen Beobachtungen am Nordseestrande, so finden wir, dass die Wärme aus ganz demselben Apparat auf den Gebirgshöhen sehr viel langsamer entwich als am Nordseestrande, denn an diesem waren nur 53 Minuten, und bei starkem Sturm nur 35 Minuten erforderlich, um das Wasser um die bestimmten 10° C. abkühlen zu lassen, während auf Rigi-Staffel bei heftigsten Sturmwinden 64 Minuten für den gleichen Wärmeabfluss erforderlich waren, und auf der schynigen Platte und der grossen Scheideck, bei nichts weniger als ruhiger und trockner Luft, das fragliche Wärmequantum sogar erst in resp. 91,5 und 90 Minuten entwich. — Auf den mittleren Höhen (Bürgenstock und Engelberg) erfolgte der Wärmeabfluss etwas rascher als an den letztgenannten Punkten, immer aber noch viel langsamer als an dem Nordseestrande. — Wodurch der relativ rasche Abfluss auf Wengern-Scheideck erfolgte (68,5 Minuten), ist mir nicht ganz klageworden, da Lufttemperatur und Luftbewegung ganz ähnlich waren wie auf der Grossen Scheideck; möglich, dass die Bekleidungsstücke der Flasche etwas Feuchtigkeit aufgenommen hatten, ohne dass sich dieselbe dem Gefühle kund gab, denn ich bemerkte später, dass am Tage zuvor etwas Regen in die Tasche, welche die Flasche enthielt, eingedrungen war.

Die Resultate sind um so auffallender, als die Lufttemperatur auf den Gebirgshöhen fast durchweg geringer war als während der Beobachtungen am Seestrande. Hier betrug sie 13° R. und 10,5° R. auf den Gebirgshöhen dagegen erreichte sie nur einmal (auf der schynigen Platte) und nur momentan die Höhe von 13° R., und stand während der übrigen Beobachtungen meistens auf 5—7—8° R. (s. d. Tabelle). Man hätte danach unbedingt ein rasches Entweichen der Wärme erwarten sollen; aber gerade das Umgekehrte trat ein. Und füge ich hinzu, dass auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft während der Beobachtungen auf den Höhen fast durchgehends ein beträchtlicher war (eine Ausnahme bildete allein die Beobachtung auf Seelisberg), so schwindet auch der Einwand, dass die Trockenheit der Luft auf den Höhen den langsameren Wärmeabfluss bedingt habe. — Es bleiben danach schliesslich nur die geringere Intensität der Luftströmungen und die Verdünnung der Luft selbst als Erklärungsgründe für die auffallende Verzögerung des Wärmeabflusses

gegenüber dem gleichen Wärmeabfluss am Seestrande übrig. — Aber auch die geringere Intensität der Luftströmungen wird mir zweifelhaft, wenn ich mich des äusserst heftigen Sturmes auf Rigi-Staffel erinnere, und trotz desselben dort der fragliche Wärmeverlust erst in 64 Minuten erfolgte, während derselbe bei Sturm an der Seektüste in 35 Minuten statthatte. — So bliebe also nur die Verdünnung der Luft selbst als Erklärungsgrund übrig, und es wird zunächst durch physikalische Untersuchungen festzustellen sein, ob in der That die verdünnte Luft die Wärme um so viel schlechter leitet als die Luft am Gestade der Nordsee oder die künstlich comprimirt Luft. —

Es bedarf kaum einer Bemerkung, dass die von mir am Seestrande und auf den Gebirgshöhen erlangten Beobachtungsergebnisse aus dem Zusammentreffen der verschiedensten Verhältnisse hervorgegangen sind. Lufttemperatur, Luftströmungen, Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Luftdruck, Lage des Beobachtungsortes u. s. w. kommen in Betracht. Meine sämmtlichen Beobachtungen, sowohl am Seestrande als auf den Gebirgshöhen, sind bei verhältnissmässig niedriger Lufttemperatur, starker Luftströmung und starker relativer Luftfeuchtigkeit angestellt. Eine in anderer Jahreszeit und unter weiteren andern Verhältnissen angestellte Beobachtungsreihe wird voraussichtlich zu ganz andern absoluten Werthen führen. Aber die vollständige Gleichmässigkeit meiner beiden Beobachtungsreihen in Bezug auf den angewandten Apparat und vorsichtiges Ausschliessen aller etwa störenden Momente lassen mich doch mit grossem Vertrauen den Schlussatz aufstellen, dass der Wärmeabfluss von einem erwärmten Körper unmittelbar am Nordseestrande bei Weitem rascher erfolgt als auf den Gebirgshöhen (3000—6000' hoch), und dass dieses an einem physikalischen Apparat erlangte Resultat, trotz aller regulatorischen Einrichtungen für den Wärmeabfluss von der Haut des lebenden Menschen, auch für diesen seine Geltung haben dürfte.

Ist dieser Schlussatz richtig, so erhalten damit unsere Indicationen für die Verordnung der Seeluft und der Gebirgsluft zu Heilzwecken eine viel bestimmtere Grundlage, als sie bisher vorhanden war. Den Wärmeverlusten des Körpers entsprechend erfahren selbstverständlich die Vorgänge des Stoffwechsels Steigerungen oder Abnahmen ihrer Intensität. Je grösser jene Verluste, desto intensiver die Steigerung des Stoffwechsels, und a priori müssen wir auf Grund der vorstehenden Beobachtungen schliessen, dass die Steigerung des Stoffwechsels in Folge des Genusses der Gebirgsluft

(3000—6000') eine verhältnissmässig viel geringere ist als am Strande der Nordsee. Individuen, welchen man die beträchtliche Steigerung des Stoffwechsels, wie sie am Nordseestrande thatsächlich statthatt, nicht zumuthen darf oder will, würden deshalb, ceteris paribus, ihren Aufenthalt auf den Gebirgshöhen zu nehmen haben. Es stimmt das mit der Erfahrung, dass hochgradig irritable, sogenannte nervöse Naturen im Ganzen von dem Gebirgsaufenthalt mehr befriedigt sind als von dem Aufenthalte an der See, und namentlich finde ich, dass gemüthlich sehr reizbare Individuen sich im Allgemeinen besser in der Gebirgsluft als in der Seeluft befinden. Wo dagegen der Organismus noch im Stande ist, den gesteigerten Anforderungen an den Stoffwechsel Stand zu halten, wo die Resistenzfähigkeit gegen Reize aller Art noch in einigermassen befriedigender Weise vorhanden ist, da wird die Seeluft als mächtigeres Agens voranzustellen sein, und es werden u. A. die Mehrzahl der scrophulösen Kranken, sowie die durch Arbeit Erschöpften mit guten Verdauungsorganen vorzugsweise die See aufzusuchen haben.

Doch um diese Indicationen festzustellen kommt noch vieles Andere in Betracht. Auf dem Gebirge fällt vor Allem der verminderte Luftdruck in das Gewicht, und die durch ihn ermöglichte Leichtigkeit der körperlichen Bewegung, sowie die durch ihn unwillkürlich bedingte Respirationsgymnastik sichern der Gebirgsluft einen Werth besonderer Art. Andreerseits bedingen die im Allgemeinen viel grössere Trockenheit, sowie die häufigen und beträchtlichen Temperaturschwankungen der Gebirgsluft die wesentlichsten Unterschiede, die häufiger zu Ungunsten als zu Gunsten der Gebirgsluft sprechen dürften.

Ein näheres Eingehen auf diese Dinge liegt jedoch ausserhalb des Zweckes dieser Mittheilung. Derselbe ist erreicht, wenn ich auf einen neuen Gesichtspunkt für die Beurtheilung der Wirkungen der Nordsee- und der Gebirgsluft aufmerksam gemacht habe. — Zum Abschluss werden die Fragen erst gebracht werden können, wenn den Resultaten umsichtiger ärztlicher Beobachtung ausgedehnte vergleichende Stoffwechseluntersuchungen zur Seite stehen, und es wäre im Interesse der wissenschaftlichen Klimatologie dringend zu wünschen, dass sich sachkundige Fachgenossen einmal entschliessen, der Wissenschaft die Opfer zu bringen, welche solche Untersuchungen, sowie die Lösung der schwebenden Fragen erheischen.

Marburg, im October 1873.

V.

Beiträge zur neuropathischen und elektrotherapeutischen Casuistik.\*)

Von

Prof. Dr. Moriz Benedikt  
in Wien.

II.

Ein Fall von diffuser Neuritis centralis.

(Hierzu Tafel I—V.)

Der folgende Fall bietet klinisch wenig Interesse. Desto interessanter ist er in anatomischer Beziehung, und zwar weil er einerseits die Frage über primäre oder sekundäre Atrophie der Nervensubstanz aufzuklären im Stande ist, ferner weil die Art der Diffusion des entzündlichen Processes scharf markirt ist und endlich weil er eine ungewöhnliche Form der centralen Neuritis nodosa aufweist.

Die Krankengeschichte ist kurz folgende:

Simeons, Josefa, 43 J. alt, Bonne, klagte im Mai 1870 über Schmerzen im linken Arme, die sie von dem Momente datirt, wo sie vor 3 Monaten bei der Ueberschwemmung einer Wohnung durch das Leckwerden eines Wasserreservoirs über der Zimmerdecke sich mit der Aufrockung des Zimmerbodens besonders angestrengt hatte. Um diese Zeit war bereits beginnende Atrophie und Lähmung in den Daumenballenmuskeln links.

Trotzdem die Kranke vom Beginne galvanisirt wurde, schritt das Leiden fort, und als ich sie im Frühjahr 1871 sah, war rechts bereits ein sehr ausgesprochenes Bild, Beginn von progressiver Muskelatrophie. Da ich bald merkte, dass es sich um einen unheilbaren Fall handelte, entliess ich die Kranke. Sie gebrauchte im folgenden Sommer die Kaltwasserkur, konnte jedoch schon im October 1871 schwer sehen und bis zum nächsten Frühjahr (1872) wurde sie hochgradig paralytisch, ohne dass sich

\*7) Siehe Band XI. S. 210 dieses Archiv.

Schriften

der

Gesellschaft zur Beförderung

der

gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

---

Band 10.  
Siebente Abhandlung.

---



Cassel, 1873.

Theodor Kay,  
Königl. Hof-Kunst- und Buchhandlung.

Zum Verständniss

der

Wirkungen der Seeluft und des Seebades.

Von

Professor **F. W. Beneke**  
in Marburg.

Wirkungen der Seeluft und des Seebades

Dr. med. F. W. Hecker

Während eines dreiwöchentlichen Aufenthaltes auf der Insel Norderney im September dieses Jahres habe ich mir von Neuem die Fragen vorgelegt, welche ich bereits im Jahre 1855 in meiner Schrift: „Ueber die Wirkung des Nordseebades“ auf Grund damals in Wangerooge angestellter Untersuchungen behandelt habe. Die mir wiederum an einzelnen Kranken entgegnetretenden mächtigen Wirkungen der Nordseeluft liessen mich aber auch von Neuem daran zweifeln, dass die bisherigen Erklärungen derselben ausreichend seien, und so viel jener Wirkungen auch mit Recht „auf den psychischen Eindruck des weiten Meeres und seiner prachttollen, wechselnden Farben und Formen, auf den Eindruck des Lichtes auf Auge und Nervensystem, auf die Reinheit der Luft von fremdartigen Bestandtheilen, auf den Salzgehalt, den reichlichen Wassergehalt und auf den grösseren Reichthum derselben an strömender Electricität“ geschoben werden kann, ich musste mir sagen, dass alle diese Agentien doch kaum hinreichen, um die beträchtliche Steigerung des Stoffwechsels mit Körpergewichtszunahme und die so oft zu constatirende Hebung des Kräftezustandes, wie sie der Genuss der Nordseeluft zweifellos bedingt, genügend deuten zu können.

Der Gang der Entwicklung unserer Wissenschaft, so wie die eigene Beschäftigung mit diesen oder jenen Fragen bedingen es, dass sich von Zeit zu Zeit neue Vorstellungskreise und Ueberlegungen in den Vordergrund drängen. Kaum irgend eine physiologische Frage hat aber in der neueren Zeit eine so vorzugsweise Bearbeitung und Förderung erfahren, als diejenige nach den Verhältnissen der Wärmeökonomie des thierischen Organismus unter normalen und abnormen Bedingungen. Es lag daher nahe genug, diese Frage auch an der Wirkung der Seeluft zu prüfen, und nach Abschluss der darauf bezüglichen Untersuchungen glaube ich jetzt nicht mehr zweifeln zu dürfen, dass wir einen der wichtigsten Factoren der Wirkung der Seeluft, vielleicht den allerwichtigsten, bisher gänzlich ausser Acht gelassen haben.



Ich hoffte zunächst die Frage über die Verhältnisse der Körpertemperatur am Seestrande am eigenen Körper entscheiden zu können. Es wurde deshalb die Körpertemperatur so genau als möglich in der Mundhöhle (im Wohnzimmer) bestimmt, alsdann in langsamster Bewegung ein Gang von 20–30 Minuten am Strande gemacht, auf einer Düne ausgeruht, daselbst die Temperatur abermals gemessen, dann der Rückweg im langsamsten Tempo angetreten und sofort nach der Heimkehr die Temperatur zum dritten Male bestimmt.

Diese Messungen ergaben Folgendes: Vor dem Antritt des Ganges am Strande betrug die Temperatur Nachmittags 5 Uhr (vier Stunden nach der Mittagsmahlzeit) 37,4–37,5° C.; nach dem halbstündigen Gange erhob sie sich dann um 0,2–0,3° C.; bei der Rückkehr in's Wohnzimmer war sie aber herabgegangen; sie betrug 37,2° C., und es hatte also trotz der, freilich sehr langsamen, körperlichen Bewegung in der Strandluft eine Abnahme der Temperatur um 0,2–0,3° C. in dem Zeitraum von einer Stunde stattgefunden.

Die ausserordentliche Ungunst der Witterung, die oft bis auf 9° R. herabgehende Lufttemperatur, der vielfach sturmartige Wind, welcher eine mühelose Körperbewegung am Strande unmöglich machte, verhinderten es, diese Untersuchungen in gewünschter Weise fortzusetzen und auszudehnen. Die erlangten Resultate erschienen mir dabei zu unerheblich, um nicht Zweifel in Betreff der Wirkung der Seeluft aufkommen zu lassen, und namentlich glaubte ich in dieser Weise nicht eine Antwort auf die Frage gewinnen zu können, ob, alles Uebrige gleichgesetzt, die Wärmeverluste im Zimmer bei offenem Fenster, vor dem Hause auf der Insel und unmittelbar an der See, d. h. am Strande, Verschiedenheiten darbieten. Wie leicht kann durch irgend welche Einflüsse, selbst rein psychischer Art, die Temperatur des Körpers um 0,2–0,3 im Verlaufe einer Stunde variiren! Wie leicht konnten in dieser Weise fehlerhafte Schlüsse herbeigeführt werden, so lange ich der Möglichkeit beraubt war, die Versuche auf mehrere Stunden auszudehnen! Und auch in diesem Falle — welchen ich bei nächster Gelegenheit nicht unbenutzt lassen werde — würde vielleicht Wärmeabgabe und Wärmebildung sich so weit compensiren, dass ein sicheres Resultat nicht gewonnen werden könnte. —

Ich sann deshalb darauf, der Lösung der Frage auf dem Wege des Experimentes näher zu kommen, und ich glaube, dass man die Schlüsse, welche ich aus Beobachtungen an einem sehr einfachen Apparate ziehen zu können meine, zulassen wird.

Es handelte sich darum, zu bestimmen, ob die Wärmeverluste eines Körpers in einem Zimmer bei geöffnetem Fenster, vor dem Hause auf der Insel, und am Strande der letzteren, bei gleicher

Temperatur der Atmosphäre, verschieden und in welchem Grade verschieden seien. Diese Frage musste sich an einem leblosen Körper mit aller Sicherheit entscheiden lassen.

Ich füllte demnach eine gewöhnliche, nahezu ein Liter Flüssigkeit fassende Weinflasche mit erwärmtem Trinkwasser, führte durch einen durchbohrten, die Flasche fest verschliessenden Kork ein in  $\frac{1}{10}$  Grade getheiltes Thermometer der Art ein, dass die Kugel desselben etwa in der Mitte der Flasche stand, liess das erwärmte Wasser in der Flasche so weit abkühlen, dass die Temperatur desselben 45 oder 44° Cels. erreichte, und beobachtete nun genau, in welcher Zeit das Wasser je  $\frac{1}{10}$ ° Cels. bis zu 35 oder 34° Cels. herab, also im Ganzen 10° Cels., verlor. Diese durchaus gleichen Versuche, selbstverständlich stets mit derselben Flasche, wurden alsdann im Zimmer bei geöffnetem Fenster, vor dem Hause, und am Strande der Insel angestellt. Die Flasche stand jedesmal auf einem mit Oelfarbe angestrichenen Brett, und wurde vor Regen oder Sonnenstrahlen stets geschützt.

Die ersten Beobachtungen an der ganz unbedeckten und trockenen Flasche ergaben Folgendes:

- 1) im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 48 Minuten bei 13° R. Lufttemperatur;
- 2) vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 27,5 Minuten bei 12° R. Lufttemperatur;
- 3) am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 17 Minuten bei 13° R. Lufttemperatur.

Der Abfall der Temperatur hatte dabei in folgender Weise Statt:

ad. 1) 7 Uhr 32 Min. = 44,0° Cels.

7 " 34 " = 43,5° "

7 " 36 " = 43,0° "

7 " 38 " = 42,5° "

7 " 40 " = 42,0° "

7 " 42,25 " = 41,5° "

7 " 44,5 " = 41,0° "

7 " 53,5 " = 39,0° "

7 " 56,0 " = 38,5° "

7 " 58,5 " = 38,0° "

8 " 1,25 " = 37,5° "

8 " 4 " = 37,0° "

8 " 6,5 " = 36,5° "

8 " 9,5 " = 36,0° "

8 " 20,0 " = 34,0° "

48 Min. = 10° Cels. Abnahme.

ad 2) 8 Uhr 36,5 Min. = 44 ° Cels.

8	"	37,5	"	=	43,5°	"
8	"	39,0	"	=	43,0°	"
8	"	40,0	"	=	42,5°	"
8	"	41,0	"	=	42,0°	"
8	"	42,0	"	=	41,5°	"
8	"	43,5	"	=	41,0°	"
8	"	45,0	"	=	40,5°	"
8	"	46,0	"	=	40,0°	"
8	"	47,5	"	=	39,5°	"
8	"	48,7	"	=	39,0°	"
8	"	50	"	=	38,5°	"
8	"	51,25	"	=	38,0°	"
8	"	52,5	"	=	37,5°	"
8	"	54,0	"	=	37,0°	"
8	"	55,7	"	=	36,5°	"
8	"	57	"	=	36,0°	"
8	"	59	"	=	35,5°	"
9	"	0,5	"	=	35,0°	"
9	"	4,0	"	=	34,0°	"

27,5 Min. = 10 ° Cels.

ad 3) 3 Uhr 29 Min. = 45 ° Cels.

3	"	30,5	"	=	44°	"
3	"	32,0	"	=	43°	"
3	"	33,5	"	=	42°	"
3	"	35,2	"	=	41°	"
3	"	37	"	=	40°	"
3	"	38,5	"	=	39°	"
3	"	40,5	"	=	38°	"
3	"	42,0	"	=	37°	"
3	"	44,0	"	=	36°	"
3	"	46,0	"	=	35°	"

17 Min = 10° Cels.

Bei der Beobachtung vor dem Hause war die Luft nur von einem sehr leichten Nordwestwind bewegt; bei derjenigen am Strande war derselbe Wind „sehr mässig“.

Eine zweite ganz gleiche Reihe von Beobachtungen wurde einige Tage später bei bedeutend kälterer Lufttemperatur vorgenommen.

Es ergab sich dabei Folgendes:

- 4) im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 44,5 Minuten bei 9° R. Lufttemperatur;
- 5) vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 22,0 Minuten bei 9° R. Lufttemperatur;
- 6) am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 12 Minuten bei 10° R. Lufttemperatur.

Die Beobachtung im Zimmer wurde diesmal bei geschlossenen Fenstern vorgenommen. Sowohl vor dem Hause, als namentlich am Strande wehte ein starker Nordwestwind. —

Der Abfall der Temperatur von halber zu halber Minute erfolgte so ähnlich wie bei der ersten Beobachtung, dass die Aufführung der einzelnen Zeiten und Temperaturen kein weiteres Interesse darbietet.

Zum Vergleich mit diesen Beobachtungen wurde nach der Rückkehr von der Insel in Marburg eine Reihe gleicher Beobachtungen angestellt, selbstverständlich mit derselben Flasche und demselben Thermometer. Dabei fand sich:

- 7) im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 56,5 Minuten bei 13,5° R. Lufttemperatur;
- 8) vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 26,7 Minuten bei 8° R. Lufttemperatur.

Die Fenster des Zimmers waren hierbei geschlossen, der Zug eines Porcellanofens geöffnet. (Ein Controlversuch über den Temperaturverlust bei durch ein Feuer im Ofen verstärktem Luftzug ergab keinen Unterschied. Die Lufttemperatur blieb, während das Feuer brannte, an dem Orte, wo die Flasche stand, nahezu unverändert.) Bei der Beobachtung vor dem Hause stand die Flasche ganz frei auf einem mit Oelfarbe angestrichenen Tisch, wurde von allen Seiten, ganz ähnlich wie in Norderney, von der Luft umspült, und der Wind (NW.) war ganz ähnlich stark, wie in Norderney bei Versuch 5; die Blätter meines auf dem Tische liegenden Notizbuches wurden stark bewegt. Die Luft hatte einen beträchtlichen relativen Feuchtigkeitsgehalt. — Trotz der noch geringeren Lufttemperatur, als auf Norderney in Versuch 5 (1° R. Differenz), gingen aber hier die 10° Cels. erst in 26,7 Minuten verloren, während sie in Norderney unter im Allgemeinen sehr ähnlichen Verhältnissen schon in 22,0 Minuten entwichen.

Diese Beobachtungen ergeben unzweifelhaft, dass der Wärmeverlust eines Körpers in gleichen Zeiten und bei gleicher Temperatur der umgebenden Luft am Seestrande (unmittelbar an der See) fast zweimal so gross ist, als in einem Zimmer mit geöffnetem Fenster auf der

Insel (etwa 300 Schritte von dem Strande entfernt), und fast doppelt so gross, als vor dem Hause auf der Insel, in welchem sich jenes Zimmer befand. — Aehnliche Verhältnisse von Temperatur der Luft und Bewegung derselben auf dem Festlande (in Marburg) führten zu einem geringeren Verluste von Wärme, als auf der Insel, sowohl im Zimmer (jedoch bei geschlossenen Fenstern und in einem weniger dem Luftzutritt offenen Hause als in Norderney), als vor dem Hause in offener Luft. —

Nach diesen ersten Beobachtungen erhob sich die Frage, wie sich der Wärmeverlust des gleichen Körpers unter den gleichen Verhältnissen gestalte, wenn derselbe mit Kleidungsstoffen gewöhnlicher Art umgeben werde. Ich liess deshalb einige Röcke für die Flasche anfertigen, welche mit einer Schnüre um den obersten Theil des Halses derselben befestigt wurden und die Flasche bis auf den Fuss derselben ganz ähnlich bekleideten, wie ein Rock den Leib und die unteren Extremitäten einer Frau. Der Stoff der Kleider bestand aus Shirting, weissem leichten Flanell und dickem rothen Flanell.

Zunächst wurde die Flasche nur mit dem Shirting-Rock bekleidet und damit in ganz gleicher Weise beobachtet, wie früher die unbedeckte Flasche. Es ergab sich Folgendes:

- 9) Im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 75 Minuten bei 13° R. Lufttemperatur.  
 10) Vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 64,25 Minuten bei 14° R. Lufttemperatur.  
 11) Am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 35 Minuten bei 13° R. Lufttemperatur.

Bei diesen Versuchen waren die Fenster des Zimmers geöffnet; vor dem Hause war der Wind „mässig“, die Luft milde; am Strande der Wind ebenfalls „mässig“, der Himmel klar.

Der Abfall der Temperatur von halben zu halben Graden erfolgte dabei in folgenden Zeiträumen:

ad 9)	9 Uhr	19 Min.	= 44,5° Cels.
	9	21,5	= 44,0°
	9	25,0	= 43,5°
	9	28,0	= 43,0°
	9	31,5	= 42,5°
	9	34,7	= 42,0°
	9	37,0	= 41,5°
	9	41,0	= 41,0°
	9	48,0	= 40,0°
	9	52,0	= 39,5°
	9	55,5	= 39,0°

	9 Uhr	59,0	Min.	= 38,5° Cels.
	10	3,0	"	= 38,0°
	10	7,0	"	= 37,5°
	10	11,0	"	= 37,0°
	10	15,0	"	= 36,5°
	10	20,0	"	= 36,0°
	10	24,5	"	= 35,5°
	10	34,0	"	= 34,5°
				75 Min. = 10° Cels.
ad 10)	11 Uhr	19,25	Min.	= 44,0° Cels.
	11	22,0	"	= 43,5°
	11	25,0	"	= 43,0°
	11	27,25	"	= 42,5°
	11	30,0	"	= 42,0°
	11	32,75	"	= 41,5°
	11	35,5	"	= 41,0°
	11	38,25	"	= 40,5°
	11	41,0	"	= 40,0°
	11	44,0	"	= 39,5°
	11	47,0	"	= 39,0°
	11	50,75	"	= 38,5°
	11	54,0	"	= 38,0°
	11	57,5	"	= 37,5°
	12	1,0	"	= 37,0°
	12	4,75	"	= 36,5°
	12	8,5	"	= 36,0°
	12	12,25	"	= 35,5°
	12	16,0	"	= 35,0°
				56,75 Min. = 9° Cels.

Für den 10. Grad Cels. wurde die gleiche Zeit berechnet wie sie für den 9. Grad gefunden wurde = 7,5 Minuten; darnach wurden verloren in 64,25 Minuten = 10° Cels.

ad 11)	4 Uhr	6 Min.	= 45° Cels.
	4	7,5	= 44,5°
	4	9	= 44,0°
	4	10,5	= 43,5°
	4	12	= 43,0°
	4	13,5	= 42,5°
	4	15,0	= 42,0°
	4	16,5	= 41,5°

4 Uhr 18,0 Min.	=	41,0° Cels.
4 " 20,0 "	=	40,5° "
4 " 21,5 "	=	40,0° "
4 " 23,2 "	=	39,5° "
4 " 25,0 "	=	39,0° "
4 " 27,0 "	=	38,5° "
4 " 29,0 "	=	38,0° "
4 " 31,0 "	=	37,5° "
4 " 33,0 "	=	37,0° "
4 " 35,3 "	=	36,5° "
4 " 37,5 "	=	36,0° "
4 " 41,0 "	=	35,0° "

35 Min. = 10° Cels.

Die Beobachtung an der mit Shirting bekleideten Flasche führte hiernach im Wesentlichen zu gleichen Resultaten, wie die an der unbekleideten Flasche, nur waren die Differenzen zwischen der Temperaturabnahme an den verschiedenen Standorten der Flasche etwas geringer. Immerhin betrug aber der Temperaturverlust am Strande in gleicher Zeit und bei gleicher Lufttemperatur mehr als doppelt so viel, als im Zimmer auf der Insel (bei geöffnetem Fenster), und nahezu doppelt so viel, als in freier Luft vor dem Hause, in welchem sich jenes Zimmer befand.

Dieselbe Beobachtung an der in gleicher Weise bekleideten Flasche wurde später noch einmal bei beträchtlich niedrigerer Lufttemperatur wiederholt. Im Zimmer wurde bereits geheizt, und die Beobachtung musste sich deshalb auf den Standort der Flasche vor dem Hause und am Strande beschränken. Das Ergebniss war Folgendes:

12) Vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 43,5 Minuten bei 9,5° R. Lufttemperatur;

13) Am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 14 Minuten bei 9° R. Lufttemperatur;

Vor dem Hause wehte ein starker S. W. Wind; am Strande war die Luftbewegung sturmartig. Der Himmel war bei beiden Versuchen heiter.

Der Abfall der Temperatur erfolgte von halbem zu halbem Grad in folgenden Zeitintervallen:

ad 12) 9 Uhr 6,5 Min.	=	45° Cels.
9 " 8,5 "	=	44,5° "
9 " 10 "	=	44,0° "
9 " 12,1 "	=	43,5° "
9 " 14,25 "	=	43,0° "

9 Uhr 16,5 Min.	=	42,5° Cels.
9 " 18,5 "	=	42,0° "
9 " 20,75 "	=	41,5° "
9 " 22,8 "	=	41,0° "
9 " 25,0 "	=	40,5° "
9 " 27,5 "	=	40,0° "
9 " 29,5 "	=	39,5° "
9 " 31,75 "	=	39,0° "
9 " 34,5 "	=	38,5° "
9 " 37,0 "	=	38,0° "
9 " 39,2 "	=	37,5° "
9 " 41,5 "	=	37,0° "
9 " 43,5 "	=	36,5° "
9 " 45,5 "	=	36,0° "
9 " 47,8 "	=	35,5° "
9 " 50,0 "	=	35,0° "

43,5 Min. = 10° Cels.

ad 13) 10 Uhr 18 Min. = 44° Cels.

10 " 18,6 "	=	43,5° "
10 " 19,25 "	=	43,0° "
10 " 20,0 "	=	42,5° "
10 " 20,75 "	=	42,0° "
10 " 21,50 "	=	41,5° "
10 " 22,10 "	=	41,0° "
10 " 23,0 "	=	40,5° "
10 " 23,7 "	=	40,0° "
10 " 24,5 "	=	39,5° "
10 " 25,2 "	=	39,0° "
10 " 26,0 "	=	38,5° "
10 " 26,75 "	=	38,0° "
10 " 27,5 "	=	37,5° "
10 " 28,5 "	=	37,0° "
10 " 29,5 "	=	36,5° "
10 " 30,25 "	=	36,0° "
10 " 31,1 "	=	35,5° "
10 " 32,0 "	=	35,0° "

14 Min. = 10° Cels.

Der Abfall der Temperatur erfolgte in diesen Versuchen also bei um 4—4,5° R. niedrigerer Lufttemperatur und bei sturmartiger Luftbewegung ausserordentlich rasch, rascher als bei 13° R. Lufttemperatur und ruhigerer Luftbewegung, wenn die Flasche gar nicht bekleidet war,

ja fast eben so rasch, als in Versuch 6, bei 10° R. Lufttemperatur und bei ebenfalls unbekleideter Flasche.

Ein Controllversuch in Marburg ergab, dass das Wasser in der mit Shirting bekleideten Flasche bei einer Lufttemperatur von 12° R. vor dem Hause in freier Luft und bei lebhaften Windströmungen 10° Cels. in 46 Minuten einblühte, d. h. also die Wärme rascher verlor als bei 14° R. Lufttemperatur vor dem Hause in Norderney (Versuch 10), aber doch nicht unerheblich langsamer als bei 13° R. Lufttemperatur am Seestrande (Versuch 11), und ausserordentlich viel langsamer, als ebendasselbst bei 9° R. Lufttemperatur und Sturm (Versuch 13).

Die Flasche wurde nunmehr mit einem einfachen Rock von neuem, leichten, weissen Flanell bekleidet, und die Beobachtung in der bisherigen Weise fortgesetzt. Es ergab sich Folgendes:

- 14) Im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 83,5 Minuten bei 13° R. Lufttemperatur;
- 15) Vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 75,75 Minuten bei 14° R. Lufttemperatur;
- 16) Am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 30,5 Minuten bei 12,7° R. Lufttemperatur;

Die Fenster des Zimmers waren in Versuch 14 geöffnet. Vor dem Hause (Versuch 15) war der Wind „ziemlich lebhaft“; am Strande war starker N. W. Wind. Die Strand-Beobachtung wurde bei hoher Fluth angestellt, so dass die Wellen bis an die Bank herantraten, auf welcher die Flasche stand. Der Himmel war klar. Die Flasche wurde durch einen Schirm gegen die Sonnenstrahlen geschützt.

Es wird von keinem besonderen Interesse sein, auch hier die einzelnen Zeiträume anzuführen, in welchen je  $\frac{1}{4}$ ° Cels. Wärme entwich. Das Resultat gleicht dem an der nur mit Shirting bekleideten Flasche erhaltenen in hohem Grade. Der raschere Abfall der Temperatur am Strande muss zum Theil auf Rechnung der während der Strandbeobachtung geringeren Lufttemperatur (— 0,3 und — 1,3° R.) gebracht werden. Am Strande ging in dieser Beobachtung dieselbe Wärmemenge fast 3mal so rasch verloren, als im Zimmer bei geöffnetem Fenster und  $\frac{2}{3}$ mal so rasch, als in der freien Luft vor dem Hause, in welchem sich jenes Zimmer befand. Für die Lehre von der Function der Kleider ergibt sich, dass der leichte, weisse Flanell die Wärmeverluste nur um Weniges mehr beschränkt, als der Shirting.

Nach dieser Beobachtung wurde die Flasche mit den beiden zuvor einzeln angelegten Kleidern, d. h. also mit einem Shirting- und einem Flanellock, bekleidet. Es ergab sich dabei Folgendes:

- 17) im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 99 Minuten bei 13,5° Lufttemperatur;

- 18) am Strand verlor das Wasser 10° Cels. in 51 Minuten bei 12° Lufttemperatur.

Die Fenster des Zimmers waren auch bei diesem Versuche geöffnet. Auf der Insel war die Luftbewegung sehr gering, am Strande nur mittelstark (NW).

Schliesslich wurde die Flasche mit drei Kleidern umgeben: einem Shirting-Rocke, einem Rocke aus weissem dünnen Flanell und einem solchen aus sehr dickem rothen Flanell von bester Qualität. Die Beobachtungen an der so umhüllten Flasche ergaben dann folgende Resultate:

- 19) im Zimmer verlor das Wasser 10° Cels. in 130,5 Minuten bei 13,5° R. Lufttemperatur;
- 20) vor dem Hause verlor das Wasser 10° Cels. in 96 Minuten bei 11,5° R. Lufttemperatur;
- 21) am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 53 Minuten bei 13° R. Lufttemperatur (Sturm);
- 22) am Strande verlor das Wasser 10° Cels. in 35 Minuten bei 10,5° R. Lufttemperatur (Sturm);
- 23) im Zimmer in Marburg verlor das Wasser 10° Cels. in 143,25 Minuten bei 16° R. Lufttemperatur und bei geschlossenen Fenstern.

Bei dem Versuch 19 waren die Fenster des Zimmers geöffnet und die Beobachtung begann erst, ebenso wie in den folgenden Versuchen, nachdem die Kleider leicht durchwärmt waren. (Legt man die Kleider mit der Temperatur an, welche sie im Zimmer angenommen haben, so erwärmen sich zunächst die Kleider selbst und es erfolgt die erste Temperaturabnahme des Wassers in der Flasche relativ rasch.) — Bei Versuch 20 war die Windströmung vor dem Hause stark. Bei Versuch 21 wehte am Strande ein so heftiger Nordwestwind, dass die Flasche umgeweht sein würde, wenn sie nicht am Kork, durch welchen das Thermometer hindurchging, gehalten wäre. Bei Versuch 22 wehte am Strande nur ein mässiger Sturm. Gleich zu Anfang des Versuches trat aber ein starkes Hagel- und Regenschauer ein, welches etwa fünf Minuten dauerte. Es konnte nicht verhindert werden, dass der rothe Rock auf einer Seite nass wurde und ebenso der untere Saum der beiden Unterkleider Feuchtigkeit aufnahm. — Der starke Wärmefall ist hierdurch, so wie durch die niedrigere Temperatur zum Theil erklärlich. — Der Versuch 23 fand im geheizten Zimmer bei geschlossenen Fenstern Statt und gab wiederholt dasselbe Resultat.

143,25 Minuten waren also erforderlich um die in einer Flasche befindliche bestimmte Wassermenge um 10° abzukühlen, wenn sich diese Flasche in einem angenehm erwärmten Wohnzimmer befand und ähnlich be-

kleidet war, wie wir uns in der kühleren Jahreszeit zu kleiden gewöhnt sind. Dieselbe Wärmemenge ging bei  $13,5^{\circ}$  Lufttemperatur im Zimmer auf Norderney bei geöffnetem Fenster schon in 130,5 Minuten verloren. Schieben wir die um 13,25 Minuten rascher erfolgende Temperaturabnahme hier lediglich auf die geringere Temperatur der umgebenden Luft und vernachlässigen wir die stärkere Luftbewegung in dem Zimmer mit geöffneten Fenstern ganz. Aber bei der fast ganz gleichen Temperatur der Luft, wie im Zimmer auf Norderney (der Unterschied betrug nur  $0,5^{\circ}$  R.) erfolgte am Strande der gleiche Wärmeverlust schon in 53 Minuten, und bei leichter einseitiger Benetzung der Kleider durch Regen sogar schon in 35 Minuten, d. h. mehr als doppelt und im zweiten Falle fast 4mal so rasch als im Zimmer des Hauses auf Norderney. Wir sehen, die Bekleidung des Körpers mit 3facher Kleiderlage, mit Shirting, mit leichtem weissen und mit dickem rothen Flanell, hält die überall beträchtlich grösseren Wärmeverluste des in einer Flasche eingeschlossenen Wassers nicht ab, und was hier an dem leblosen Körper mit aller Sicherheit erwiesen ist, das muss ebenso für die Ausstrahlungswärme des menschlichen Organismus Geltung haben. Uebrigens in den aufgeführten Versuchen tritt die bedeutende Zunahme des Wärmeverlustes am Seestrande zweifellos hervor. Derselbe ist schon um Vieles geringer in den Strassen des Inseldorfes, und noch viel geringer in den Häusern des Dorfes in Zimmern, deren Fenster geöffnet sind.

Es stand nicht in meiner Macht, die Temperaturen der umgebenden Luft in allen Versuchen gleich zu machen. Aber in der Mehrzahl derselben sind dieselben dennoch so gleichartig, dass die Schlüsse durch die geringen Differenzen nicht getrübt werden. Es ist geradezu unmöglich, die auffallend raschen Wärmeverluste am Seestrande aus ihnen abzuleiten. In einzelnen Versuchen stehen die Lufttemperaturen bei den Beobachtungen im Zimmer und am Strande ganz gleich und in anderen war die Temperatur am Strande sogar höher, als im Zimmer und vor dem Hause (so z. B. in Versuch 9 und 11 und in Versuch 4, 5, 6.) Es bleibt demnach nichts übrig, als die starken Wärmeverluste am Strande auf den stärkeren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, oder auf die grössere Intensität der Luftströmungen, die stärkere Bewegung der Lufttheilchen, zu reduciren.

Was den ersten Punkt anbetrifft, so wissen wir, dass sich die Wärmecapacität für gleiche Volumina atmosphärischer Luft und Wasserdampf = 1,000 : 1,960, für gleiche Gewichte derselben = 1,000 : 3,136 verhält. Daraus erhellt, dass der Körper in einer feuchten Atmosphäre grössere Verluste an strahlender Wärme erleiden muss, als in einer trockenere. Aber wir sehen, dass die

Wärmeverluste unseres Apparates unmittelbar am Seegestade viel beträchtlicher waren, als etwa 300 Schritte von demselben entfernt vor einem Hause in der Strasse des Inseldorfes. Es ist nicht annehmbar, dass der Feuchtigkeitsgehalt der Luft an beiden Orten so beträchtlich variiert, um diese Verschiedenheit der Wärmeverluste zu erklären. — Somit bleibt nichts übrig, als dem zweiten Factor, der starken Bewegung der Luft am Strande, die Hauptwirkung zuzuschreiben, und dass diese Bewegung in der That am Strande beträchtlich stärker ist, als in den Strassen des Inseldorfes, davon überzeugt man sich jedesmal und zweifellos, wenn man den Strand betritt.

Damit wird uns eine wesentlichste Wirkung der Seeluft, wie sie auf Schiffen oder unmittelbar am Strande des Meeres auf uns einwirkt, erschlossen. Es sind der hohe Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre und ganz vorzugsweise die Intensität der Luftströmungen, welche den Körper ausserordentliche Wärmeverluste erleiden lassen. Der Organismus des Menschen ersetzt rasch durch gesteigerte Oxydationsvorgänge die grösseren Wärmeverluste. Die Untersuchungen von Liebermeister, Gildemeister, Zuntz und Röhrig haben bewiesen, dass die Wärmeentziehung an der Oberfläche des Körpers die Kohlensäureabgabe, d. h. also die Oxydationsvorgänge sofort beträchtlich steigert. Die Wärmeentziehung durch die intensiven Luftströmungen am Seegestade muss eine gleiche Wirkung ausüben, und dass durch dieselbe der Stoffwechsel in der That beträchtlich beschleunigt wird, ohne dass die Anbildung (Körpergewichtszunahme) darunter leidet, habe ich in meiner früheren, oben erwähnten Schrift bereits bewiesen.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Luft während der Dauer meiner Versuche fast ständig stark bewegt war und die Temperatur derselben  $14^{\circ}$  R. nicht überschritt. Solche Verhältnisse kommen nicht immer am Strande der Nordsee während der zum Besuche desselben gebräuchlichen Monate vor. Die Luft erreicht im Juli und August Temperaturen bis zu  $20^{\circ}$  R. und mehr, und die Luftströmungen sind dann oftmals sehr schwach. Aber an solchen Tagen ist auch Niemand von dem Aufenthalte am Seegestade sehr erbaut, und das Resultat der obigen Untersuchungen wird dadurch nicht abgeschwächt. Mögen weitere Beobachtungen die Frage auch für wärmere Tage und ruhigere Zustände der Luft entscheiden. Der Satz, dass durch die Intensität der Luftströmungen unmittelbar an und auf offener See die Temperaturverluste des Körpers erhöht werden, und dass sich damit ein grosser Theil der Wirkungen der „Seeluft“ erklärt, steht für mich fest.

Aber es erhebt sich sofort die Frage, wesshalb denn die Luftströmungen auf dem Continente nicht die gleiche Wirkung hervor-

rufen, wesshalb wir ferner durch andere Arten der Wärmeentziehung, wie durch ein kaltes Bad, leichte Bekleidung, Aufenthalt in kühlen Zimmern u. s. w. nicht dasselbe bewirken können, wie durch die Seeluft?

Die Frage ist nicht sehr leicht zu entscheiden. Dennoch glaube ich die Richtigkeit des folgenden Satzes vertheidigen zu können: Die eigenthümlichen Wirkungen der Seeluft unmittelbar am Strande des Meeres beruhen einerseits auf der Milde des Maasses der Wärmeentziehung in einer gegebenen Zeiteinheit, auf der damit gebotenen Möglichkeit raschen Ersatzes der Wärme ohne zu grosse Arbeit des Organismus, und auf der dadurch wieder gebotenen Zulässigkeit, jene Wärmeentziehung stundenlang auch auf schwächere Individuen fortwirken zu lassen; andererseits aber auch darauf, dass dieselbe Seeluft, welche die Wärme entzieht, Eigenschaften besitzt, welche den raschen Ersatz der verlorenen Wärme mächtig unterstützen, ohne dass der Organismus deshalb zu grösseren Anstrengungen genöthigt wäre. Die Seeluft unterscheidet sich in dieser Weise specifisch von allen übrigen Arten künstlicher oder natürlicher Wärmeentziehungsmittel.

Was den ersten dieser Sätze betrifft, so werde ich weiter unten beweisen, dass trotzdem, dass die Wärmeverluste des Körpers am Seestrande nicht unerheblich sind, dieselben in einer gegebenen Zeiteinheit doch bei Weitem nicht die Höhe erreichen, wie sie z. B. durch ein kaltes Bad herbeigeführt werden. Was aber vor Allem die Milde oder Mässigkeit des Wärmeverlustes am Seestrande bedingt, ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die damit bedingte Herabsetzung der Verdunstung an der Oberfläche des Körpers. Edwards fand, dass bei Fröschen im Mittel aus vier Beobachtungen der Verlust durch Perspiration bei einem Hygrometerstande von 100° nur 0,9 Gramms, bei 54–58° in gleichen Zeiträumen dagegen 8,2 Gramms betrug. Nicht ganz so gross waren die Differenzen bei beschuppten Amphibien und Vögeln, dagegen sehr beträchtlich bei Meeresschnecken. Bei Sperlingen war die Abkühlung in gesättigter Luft unter sonst gleichen Verhältnissen um 0,2° geringer, als in Luft von einem Hygrometerstande von 44–61°.\*) — Für den Menschen bestimmte Weyrich in seiner Arbeit „Ueber die unmerkliche Wasserverdunstung der Haut“ (S. 151), dass sich die Perspirationsmenge der Haut etwa um 1–2 Proc.

\*) Vgl. Virchow: Physiolog. Bemerkungen über das Seebad mit besonderer Rücksicht auf Misdroy, Virchow's Archiv f. pathol. Anat. Bd. XV.

steigert, wenn sich die relative Feuchtigkeitz um 1 Procent vermindert und umgekehrt. Wiewohl demnach der Wassergehalt der Atmosphäre vermöge der grösseren Wärmecapacität des Wasserdampfes (s. o.) den durch die intensiven Luftströmungen am Strande bedingten Verlust an strahlender Wärme nur noch erhöht, so verringert er doch die viel intensiver und rascher eintretenden Wärmeverluste durch Verdunstung an der Körperoberfläche, und ceteris paribus wird der Gesamtwärmeverlust in der feuchten Atmosphäre am Seestrande mässiger, milder sein, als bei ganz gleich starken, aber trockenen Luftströmungen auf dem Continente. Den Verlust an strahlender Wärme am Seestrande ertragen wir deshalb längere Zeit und ohne jede unangenehme Einwirkung auf das Nervensystem, während zu dem gleichen Verluste auf dem Continente in der Regel noch die Verluste durch stärkere Verdunstung an der Körperoberfläche hinzutreten, und damit so intensive und oft so rasche Abkühlungen entstehen, dass sich alsbald ein Frostgefühl und anderweitige Erscheinungen der wirklichen „Erkältung“ einstellen. — Trifft uns auf dem Festlande ein den Strandwinden gleich starker Südwestwind mit hohem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, so fühlen wir in der That eine sehr ähnliche Wirkung, wie in der Seeluft. Die Verdunstungskälte wird bei diesem Winde verringert, und der gesammte Wärmeverlust ist nicht gross genug, um von uns unangenehm empfunden zu werden. Auf diesen Verhältnissen beruht es auch, dass man am Seestrande nie über trockene, spröde Haut klagen hört, ein einziger Spaziergang im trockenen Ostwinde auf dem Lande aber oft schon hinreichend ist, um neben dem Frostgefühl Trockenheit und Sprödigkeit der Haut hervorzurufen. Und nicht minder rührt es ebendaher, dass man z. B. auf der Ostküste der Insel Wight die Ostwinde nicht fürchtet, weil sie, nachdem sie die weite Wasserfläche bestrichen haben, durch ihren Feuchtigkeitsgehalt mitigt, die Küste erreichen (Mündliche Mittheilung des Herrn Dr. Peet in Shanklin). —

Was den zweiten Punkt, die Eigenschaften der Meeresatmosphäre, welche den Ersatz des Wärmeverlustes mächtig unterstützen, anbetrifft, so will ich es dahin gestellt sein lassen, ob der hohe Ozongehalt der Seeluft, so wie die in der Luft suspendirten Salztheilchen auf die Innervationsvorgänge an der Haut, oder auf die Oxydationsvorgänge im Körper einen erregenden resp. beschleunigenden Einfluss ausüben, so sehr ich auch geneigt bin, den Ozongehalt der Luft in Anschlag zu bringen. Auch der oben schon erwähnten Einflüsse des Lichtreflexes, des psychischen Eindruckes des Meeres u. s. w. will ich hier nicht gedenken. Dagegen kommt ein anderes Moment zweifellos in Betracht. Die Luftwellen treffen am Seestrande den Körper meistens

mit einer solchen Kraft, dass der dadurch auf die Körperoberfläche ausgeübte, bald stärkere, bald geringere Druck schon an und für sich als ein Reiz für die Körperoberfläche betrachtet werden darf. Eine solche Intensität der Luftströmungen kommt auf dem Continente selten vor. An zahllosen Gegenständen aller Art werden dieselben gebrochen und mit sehr verringerter Geschwindigkeit erreichen sie erst unsere Körperoberfläche. — Beachte man nur, wie rasch sich am Seestrande die Gesichter röthen; und die wettergebräunten Gesichter der Seelente geben, wie ich meine, einen deutlichen Beleg für die Erhöhung der Lebensvorgänge in den durch die Seeluft gereizten Körpertheilen an. — Dieser durch die Luftströmungen auf die Körperoberfläche ausgeübte Reiz bedingt es ohne Frage zum Theil, dass man, bei gleicher Temperatur der Luft, am Seestrande doch viel länger in ruhiger Körperstellung zubringen vermag, als auf dem Festlande, ohne ein Gefühl von Kälte zu empfinden; er gestattet es, vereint mit der oben erwähnten Beschränkung der Wärmeabgabe durch Perspirationsabnahme (der Verdunstungskälte), dass Kranke stundenlang die mässigen Wärmeverluste ertragen, ohne zu frösteln, und schliesslich denselben in dieser Weise doch eine Steigerung der Stoffwechselforgänge zugeführt wird, welche auf dem Continente, in trockener und wenig bewegter Atmosphäre, ohne Muskulararbeit oder anderweitige Beschleunigungsmittel für den Stoffwechsel nicht erreicht werden würde. — Die innere Arbeit des Körpers, so können wir sagen, wird am Seestrande ohne Zutun des Menschen und ohne nachtheilige Nebenwirkungen gesteigert; er erreicht dort durch die Luftströmungen, was er auf dem Festlande nicht ohne gesteigerte Muskelausstrengung erreichen kann; er gewinnt an lebendiger Kraft, ohne seinerseits Opfer an Arbeitskraft zu bringen.

Somit sind Feuchtigkeitsgehalt und intensive Strömung der Seeluft nicht nur die Ursache der stärkeren Wärmeverluste des Körpers am Strande, sondern gleichzeitig auch die bedingenden Ursachen für einen gleichmässigen und raschen Wiedersatz der verlorenen Wärme, und es unterscheidet sich die Strandluft des Meeres oder die Luft auf dem Meere eben durch diese Eigenthümlichkeiten in hohem Grade von andern wärmeentziehenden Einwirkungen.

Bei der praktischen Verwerthung der vorgelegten Erfahrungen und Anschauungen darf man nun aber nicht vergessen, dass die Resistenzfähigkeit verschiedener Individuen, und namentlich Kranker, gegen irgend welche Reize in sehr weiten Grenzen schwankt, und dass von der Seeluft nicht ohne Weiteres für Jeden in gleichem Maasse und unter gleichen Umständen Gebrauch gemacht werden darf. Der kräftige Mann wird die Wärmeverluste am Seestrande viel leichter ertragen und ausgleichen, als die schwächlichen Constitutionen, und entsprechend

dieser Reactionsfähigkeit wird für die einzelnen Individuen bald ein längerer, bald nur ein kürzerer Aufenthalt am Strande — insonderheit im Beginne der sogenannten Strandluftcuren — zu gestatten sein. Das für das einzelne Individuum zuträgliche Maass kann mit Sicherheit durch das Frostgefühl bestimmt werden. Tritt dieses ein, so ist die äusserste Grenze des Nützlichen und Heilsamen schon überschritten, und es sind Maassnahmen zu treffen, welche einem solchen Fehler vorzubeugen vermögen. Zu solchen Maassnahmen gehört die Beschränkung der Zeit für den Aufenthalt am Strande selbst, d. h. also, die Empfehlung des Aufenthaltes der Kranken in einiger Entfernung vom Strande, in einer durch Häuser, Dünen oder Bäume geschützten Localität, oder — wenn man den Aufenthalt am Strande selbst vorzieht — die Benutzung sogenannter Zeltstühle, Strandkörbe, Rollwagen mit Halbverdeck u. s. w., wie man sie in Trouville, Norderney, Brighton u. s. w. in hinreichender Anzahl findet. Diese Vorkehrungen verringern, ebenso wie ein zweites Oberkleid oder eine wollene Decke, den Wärmeverlust, und dienen dem Kräftezustande des Individuums adäquat zu gestalten, ist die ganze Aufgabe des beratenden Arztes. Um wie Vieles ein Mantel mehr den Wärmeabfluss vom Körper herabsetzt, geht aus den oben mitgetheilten Versuchen deutlich genug hervor. Für Kranke, welche gehen können, wird ferner eine angemessene Bewegung am Strande bei starken Luftströmungen den Ersatz der Wärmeverluste unterstützen können und müssen. Aber glaube man nicht, durch lange Zeit fortgesetztes und ermüdendes Laufen am Strande der Gesundheit einen Gefallen zu erzeugen. Der Druck, welcher bei starken Luftströmungen am Seestrande auf den Körper ausgeübt wird, ist oftmals so beträchtlich, dass man das Gefühl hat, wie wenn man ein Gewicht fortschiebt. Der ruhige, gemessene Gang am Strande erfordert in Folge dessen einen bei Weitem grösseren Aufwand von Kraft, als ein gleich lang dauernder Gang in ruhig bewegter Luft. Eine jede Ueberanstrengung setzt aber die Leistungsfähigkeit des Nervensystems zeitweilig herab, und die körperliche Bewegung am Strande soll deshalb von Kranken nur so weit fortgesetzt werden, dass ein Gefühl von Ermüdung oder gar ein Frostgefühl sich nicht einstellt. — Uebersehe man bei der Beurtheilung dieser Bewegungen nicht, dass die innere Arbeit des Organismus am Seestrande unter allen Umständen schon eine gesteigerte ist. Die Wärmeverluste wollen ausgeglichen sein, und es bedarf dazu einer grösseren inneren Arbeit. Um so weniger lebendige Kraft bleibt aber für die Muskelbewegung übrig, und es wird allemal ein Fehler sein, wenn dem individuellen Maass dieser Kraft nicht Rechnung getragen wird. Wie sehr schon die gesteigerte innere Arbeit allein die Kräfte von Kranken in Anspruch



nimmt, ersehen wir aus der auffallend ermüdenden, aber damit auch oft sehr wohlthätigen Einwirkung des ruhigen Aufenthaltes am Strande. Geschwächte Kranke, welche dem Seestrande zuziehen, werden in den ersten Tagen des Aufenthaltes an demselben auch ohne jede anstrengende Körperbewegung von einer ungekannten Müdigkeit und Schlafsucht befallen, und diesem Gefühle soll um so mehr nachgegeben werden, als dasselbe alsbald einem Gefühle zunehmender Frische und Kräftigung Platz machen wird, sofern in dem gesammten Verhalten des Kranken keine anderweitigen Fehler liegen. Wird das individuelle Maass der Arbeitsleistung überschritten, so stellt sich alsbald Ueberreizung oder Uebermüdung ein, und Schlaflosigkeit, Kopfschmerz, anderweitige Neuralgien, allgemeine Verstimmung u. s. w. sind die Erscheinungen, in welchen sich dieselbe ausspricht. —

Erwähnen muss ich schliesslich besonders, dass meine Beobachtungen am Strande der Nordsee gemacht sind. Die Luftströmungen am Gestade der Ostsee, und noch mehr an dem des mittelländischen Meeres, sind um Vieles schwächer, als dort, und die Wärmeentziehung wird deshalb an den letzteren auch viel geringer sein, als an der Nordsee. Es ist aber nur erfreulich, dass uns in dieser Weise alle möglichen Grade der Seeluftwirkung zur Disposition stehen, und es wird die Aufgabe des einsichtsvollen Arztes sein, in jedem einzelnen Falle die richtige Wahl zu treffen und je nach den momentanen Verhältnissen der Luftströmungen an dem gegebenen Orte die geeigneten Modificationen in dem Genusse der Seeluft eintreten zu lassen. —

Nach den vorstehenden Beobachtungen über die Wirkung der Luftströmungen am Seestrande auf die Körpertemperaturverluste lag es sehr nahe, vergleichende Versuche in Betreff der Wärmeverluste durch ein Bad zu machen. Ich benutzte hierzu den oben beschriebenen Flaschenapparat, stellte denselben in einen grossen, mit Seewasser von bestimmter Temperatur gefüllten Eimer, und beobachtete nun, welche Zeit erforderlich war, um die Temperatur des in der Flasche eingeschlossenen Wassers um 10° Cels. herabzusetzen. Es blieb dabei die Flasche entweder ganz ruhig im Wasser stehen, oder sie wurde in ähnlicher Weise hervorgehoben und eingetaucht, wie es beim Baden in der See der Fall ist; in noch andern Versuchen blieb die Flasche ruhig stehen, aber das umgebende Wasser wurde ständig bewegt. — Das Wasser im Eimer hatte stets einen so hohen Stand, dass es den engen Hals der Flasche (etwa 6 Ctm. unterhalb der Oeffnung) erreichte.

Die Versuche ergeben Folgendes:

	Temperatur des Bades	Temperatur der Luft	10° Cels. Wärmeverlust
24) Bei ruhiger Stellung der Flasche im ruhenden gewöhnlichen Trinkwasser (im Zimmer) . . . . .	15° R.	15° R.	in 6 Min.
25) Desgleichen . . . . .	13° R.	15° R.	in 5 "
26) Bei ruhiger Stellung der Flasche in bewegtem Wasser . . . . .	15° R.	15° R.	in 4 "
27) Bei ruhiger Stellung der Flasche in ruhendem Seewasser . . . . .	13° R.	15° R.	in 5,25 "
28) Bei Auf- und Niederbewegung der Flasche im Seewasser (im Zimmer) . . . . .	18,5° R.	13° R.	in 6,75 "
29) Desgl. (vor dem Hause) . . . . .	19° R.	10° R.	in 6,0 "
30) Desgl. (im Zimmer) . . . . .	11,5° R.	12° R.	in 5 "
31) Desgl. (vor dem Hause) . . . . .	11,0° R.	10° R.	in 4,75 "
32) Desgl. (am Strande) . . . . .	12° R.	9° R.	in 4,8 "
33) Desgl. (im Zimmer) . . . . .	13° R.	15° R.	in 6,0 "
34) Desgl. (im Zimmer, bei einer Ein-senkung der Flasche in das Bad bis zu nur $\frac{1}{4}$ ihrer Höhe) . . . . .	12° R.	12° R.	in 10,75 "
35) Desgl. in gewöhnlichem Wasser (im Zimmer) . . . . .	14° R.	11° R.	in 6,2 "

Diese Versuche lehren, dass derselbe Apparat, wenn er in ein kaltes einfaches Wasser- oder in ein Seewasserbad von 11—19° R. Wärme getaucht wird, dieselbe Wärmemenge in 5—6,75 Minuten verliert, welche ihm durch die Luft im Zimmer bei gleicher Temperatur in etwa 45 Minuten, durch die Luftströmungen vor dem Hause der Insel in etwa 25 Minuten, und durch die Luftströmungen am Strande des Meeres in etwa 15 Minuten entzogen wird; dieselbe Wärmemenge ferner, welche er bei einer Umhüllung mit Shirting, weissem Flanell und starkem rothen Flanell erst in 130 Minuten im Zimmer, in 96 Minuten vor dem Hause und in 35—53 Minuten am Strande verliert. Die Bewegung des den Apparat umgebenden Wassers steigert den Wärmeverlust etwa um ein Drittel (Vers. 26); die Auf- und Niederbewegung des Apparates verlangsamt den Wärmeverlust um Etwas (Vers. 33); wird derselbe während des Heraushebens aus dem Wasser, wie es beim Seebaden der Fall ist, starken Luftströmungen ausgesetzt, so ist der Wärmeverlust um Etwas beträchtlicher als wenn das Bad im Zimmer genommen wird (Vers. 30, 31 u. 32). Der stärkste Wärmeverlust wird erreicht, wenn der Apparat ständig von bewegtem Wasser umgeben ist. (Vers. 26). Wird derselbe nur zu drei Viertel in das Wasser eingetaucht (Halbbad), so vermindert sich der Wärmeverlust etwa um die Hälfte (Vers. 30 u. 34).

Wir sehen, die Wärmeentziehung spielt bei dem Seebade ebenso eine Hauptrolle, wie bei dem einfachen Wasserbade, und mit vollem Rechte macht schon Virchow in seiner oben citirten Arbeit darauf aufmerksam, dass „das Seebad vor allen Dingen ein kaltes Bad ist.“ (S. 110). Es steigert damit die Wärmeverluste, welche der Organismus am Seestrande schon durch die Luftströmungen allein erleidet, in erheblichem Grade. — In der Wärmeentziehung unterscheidet es sich nicht von dem einfachen Wasserbade. Aber gleichwie die Seeluftströmungen von eigenthümlichen Wirkungen begleitet sind, welche dieselben weit verschieden wirken lassen von den Landluftströmungen, so besitzt auch das Seebad Eigenthümlichkeiten, welche nicht ohne Bedeutung sind. Der Schlag der Wellen auf die entblösste Haut, die Körperbewegung, welche durch den Kampf gegen die Wellen herausgefordert wird, vielleicht auch der Salzgehalt des Wassers, rufen eine Erregung der Haut und des Gesamtnervensystems hervor, welche das einfache Kaltwasserbad nimmer erzeugt. Der auf die Haut durch den Wellenschlag ausgeübte Reiz scheint es insonderheit zu sein, welcher bei einermassen reactionsfähigem Nervensystem rasch die Reaction an der Haut selbst zu Stande kommen lässt; die kräftigen Körperbewegungen tragen dazu bei, den erlittenen Wärmeverlust rasch auszugleichen, und ob auch die Temperatur der Innenwärme des menschlichen Körpers in einem Bade von 19,1° Cels. und 12—13 Minuten Dauer nach Virchow's Mittheilungen a. a. O. (S. 87) um 1,6—2° Cels. sinkt, dieselbe wird so rasch ersetzt, dass der Badende, vorausgesetzt, dass er die erforderliche Reactionsfähigkeit überhaupt besitzt, nur ganz vorübergehend nach dem Verlassen des Wassers ein Frösteln empfindet.

Ich unterlasse es hier, auf das Verhalten des Pulses und der Respiration beim Seebaden einzugehen. Virchow hat darüber a. a. O. ausführlich gesprochen, und wiewohl ich glauben möchte, dass noch eine grössere Anzahl von Beobachtungen erforderlich ist, um den Satz zu begründen, „dass das kalte Bad, in welcher Form es auch angewendet wird, bei nicht zu kurzer Dauer eine Verminderung der Temperatur, der Puls- und der Respirationsfrequenz“ bedingt, so stimme ich doch sehr der weiteren Bemerkung Virchow's bei, dass wir „die Erscheinungen am Pulse des Seebadenden als Resultate zweier Einwirkungssreihen, einer Puls erniedrigenden (Kälte) und einer Puls erhöhenden (Muskulbewegung, psychische Erregung) auflösen müssen“. Für diesmal kommt es mir wesentlich darauf an, auf die Steigerung der Wärmeverluste hinzuweisen, welche ein dem Aufenthalte am Strande des Meeres hinzugefügtes Seebad bedingt. Ich glaube, dass Niemand die Zulässigkeit der Uebertragung der an meinem einfachen Apparate gemachten Erfahrungen auf den menschlichen Körper bestreiten wird.

Nach ihnen aber verliert derselbe dieselbe Wärmemenge, welche er, mit dreifachen Kleidern umgeben, am Seestrande bei nicht allzuheftigen Winden etwa in 50 Minuten verliert (Vers. 21), im Seebade schon in 5—6 Minuten, und damit ist uns die wesentlichste Grundlage für die Beurtheilung der Zulässigkeit des Seebades bei Kranken gegeben. — Sind für manche dieser Kranken schon die Luftströmungen am Strande zu mächtige Wärmeräuber, als dass wir sie denselben ohne Bedenken anhaltend und jeder Zeit aussetzen dürften, so gebietet das Seebad, als noch grösserer Wärmedieb die grösste Vorsicht, und wohl nicht mit Unrecht habe ich noch in meiner letzten Mittheilung über die englischen Seebäder \*) hervorgehoben, dass nur in sehr wenigen Fällen eine bestimmte Indication für das Seebaden vorliegen dürfte, der Strand-aufenthalt allein vielmehr in den meisten Fällen genüge, um die dem Seebade zugeschriebenen Heilwirkungen zu erreichen. Nur Derjenige darf in der See baden, dessen Organismus den durch die starken Wärmeentziehungen an den Stoffwechsel gemachten Ansprüchen, sowohl von Seiten des Nervensystems, als von Seiten der Verdauungsorgane zu entsprechen vermag. Wird die Grenze der Leistungsfähigkeit des Organismus überschritten, wozu am Seestrande durch das Verlockende des Wellenbades nur allzuleicht Veranlassung geboten wird, so werden die mannigfachen Störungen nicht ausbleiben, und es sind dieses durchaus dieselben Störungen, welche ich oben als Folge einer relativ und individuell zu mächtigen Einwirkung der Seeluftstörungen bezeichnet habe.

Es ist sehr wünschenswerth, dass noch zahlreiche Beobachtungen angestellt werden über die Einwirkungen der Seeluft und des Seebades auf die Temperatur, die Puls- und Respirationsfrequenz des Menschen selbst. Aber, wie mir scheint, ist jetzt der Boden gewonnen, von dem wir ausgehen müssen, und die Hauptrichtung bezeichnet, in welcher sich unsere ferneren Arbeiten in Betreff dieses Gegenstandes zu bewegen haben. Für die Beurtheilung der physiologischen und therapeutischen Wirkungen von Seebad und Seeluft, für die Feststellung ihrer Indicationen fehlt es nicht mehr an einem sichern Halt, und die Resultate der praktischen Erfahrung stehen mit den vorgetragenen Anschauungen sicher nicht im Widerspruch, vielmehr im besten Einklang.

\*) Berliner Klinische Wochenschrift Nr. 25. 1872.

Der in den mitgetheilten Versuchen enthaltene kleine Beitrag zur „Lehre von der Function der Kleider“ mag noch durch folgende weitere Versuche ergänzt werden.

- 36) Die mit Shirting rockähnlich bekleidete Flasche gab bei 16° R. Lufttemperatur 10° Cels. ab in 82,5 Minuten.  
 37) Die mit feinem gewaschenen Leinen bekleidete Flasche gab bei 16° R. Lufttemperatur 10° Cels. ab in 91,5 Minuten.  
 38) Die mit grobem, neuem Leinen bekleidete Flasche gab bei 15,5° R. Lufttemperatur 10° Cels. ab in 107,5 Minuten.

Bei diesen Versuchen waren selbstverständlich alle übrigen Verhältnisse gleich. Sie wurden im Zimmer bei geschlossenen Fenstern vorgenommen. Die abgegebenen 10° Cels. waren, wie in allen angeführten Versuchen, stets die Grade von 45° oder 44° bis 35° oder 34° Cels.

Vom leichten weissen Flanell sahen wir oben, dass er dem Entweichen der Wärme nur wenig mehr Widerstand bietet als der Shirting: Bei Shirting-Bekleidung und 13° Lufttemperatur entwichen 10° C. in 75 Minuten.

Bei Flanell-Bekleidung und 13° Lufttemperatur entwichen 10° C. in 83,5 Minuten.

Auch darüber habe ich noch einige Versuche angestellt, wie sich die Wärmeverluste verhalten bei durchnässten Oberkleidern. — Die Versuche wurden der Art angestellt, dass die Flasche mit trockenem Shirting und trockenem feinen, weissen Flanell, darüber aber mit einem durchnässten, dickem rothen Flanell bekleidet wurde (Der Flanell wurde in Wasser getaucht und dann fest ausgewrungen). Die in dieser Weise bekleidete Flasche verlor 10° Cels. Wärme in 93,75 Minuten, bei 15,5° R. Lufttemperatur, während für diesen Wärmeverlust, wenn alle 3 Kleider trocken waren, bei 16° R. Lufttemperatur 143,25 Min. erforderlich waren. Wir ersehen hieraus, wie es uns ergeht, wenn unser Oberzeug vom Regen durchnässt wird. Der Körper muss die Wärme hergeben um es zu trocknen. — Darüber, dass durchnässter Flanell das Wasser langsamer wieder abgibt als Leinwand, hat Pettenkofer in der Zeitschrift für Biologie, Bd. I. S. 187, so schlagende Versuche beigebracht, dass ich einige bestätigende Versuche nicht aufführe.

Dagegen habe ich mir noch die Frage gestellt, wie sich der Wärmeverlust verhält, wenn das Shirtinghemd nass ist und der Flanell oberrock trocken. Es ergab sich, dass die Versuchsflasche in diesem Falle bei 11° Lufttemperatur 10° Cels. in 44,25 Minuten verlor, während sie bei der Bekleidung mit trockenem Shirting und trockenem Flanell bei 13,5° Lufttemperatur 99 Minuten für den gleichen Wärmeverlust bedurfte. Schlagen wir für die um 2,5° höhere Lufttemperatur

im letzteren Versuche selbst 10 Minuten Verzögerung der Wärmeabgabe an (was nach den früheren Versuchen sicher zu viel ist), so ergibt sich doch, dass der Wärmeverlust bei durchnässtem Unterleide um das Doppelte gesteigert wird. Nach Beendigung dieses Versuches war das trockene Flanell-Oberkleid leicht durchfeuchtet; bei der niedrigen Lufttemperatur bildeten sich an den Fäserchen des Flanells kleinste Wasserperlen. Man ersieht daraus, wie die aus unsern durchnässten Unterkleidern verdunstende Feuchtigkeit die Oberkleider durchdringt und dieselben durchfeuchtet, und wie der Körper auch hier die Wärme hergeben muss, um sie zu trocknen.

Diese Functionen unserer Kleidungsstücke dürfen beim Aufenthalt am Seestrande nicht ausser Acht gelassen werden, und so mag es seine Rechtfertigung finden, dass ich ihrer an dieser Stelle gedacht habe.

[From the Proceedings of the California Academy of Sciences, April 21, 1873.]

On the connection between the Atomic Weights of Substances  
and their Physiological Action.

BY JAMES ELAKE, M. D.

In a communication to the Academy of Sciences, of France, read February 10th, Messrs. Rabuteau and Duconray state that the poisonous effects of metals is greater as their atomic weights increase. Having been engaged for many years in experimenting on the physiological effects of organic compounds, I find myself in possession of a number of facts bearing directly on this interesting question. In a paper read before the Royal Society of England in 1841, I stated that isomorphous substances, when introduced directly into the blood, produce analogous physiological reactions. Since this time a widely extended series of experiments with these substances has confirmed the truth of this fact.\*

I shall not now enter into a general review of the facts I have already published, but would state that when the different elements are grouped according to their isomorphous relations, I find, evidently, a close connection between their physiological action and relative atomic weights, and it is only with this restriction that the statement of Messrs. Rabuteau and Duconray is even approximately applicable. That no absolute connection exists between the atomic weight of a metal and its physiological action, is evident. For instance, the salts of potassium, the atomic weight of which is thirty-nine, are far more poisonous than the salts of ferrous oxide, the atomic weight of iron being 56, and the salts of beryllium with an atomic weight of 9.3 are more poisonous than the salts of silver, with an atomic weight of 108. As an example of the connection between the atomic weights and the poisonous qualities of a substance, the accompanying table affords strong evidence that such a connection exists when the substances belong to the same isomorphous group. The experiments were performed on rabbits, by injecting solutions of some salt of the metal directly into the jugular vein.

\* An account of many of these experiments is contained in the Reports of the British Association for the Advancement of Science, from 1845 to 1850, and in 2d, 4th and 5th vols. of the *Journal of Anatomy and Physiology*.

NAME OF SUBSTANCE.	ATOMIC WEIGHT.	QUANTITY FATAL.
Lithium	7	40 grs.
Sodium	23	20 grs.
Potassium	65	6 grs.
Cæsium	133	3 grs.
Thallium	204	3 grs.

These substances all belong to the same isomorphous group, their distinctive physiological action being that they are all lung poisons, as they kill by the action they exert on the lungs, either by suddenly arresting the pulmonary circulation or by causing changes in the lung tissue which prevent the aeration of the blood. Having experimentally investigated the physiological action of most of the more important groups of inorganic compounds, comprising about forty of the different elements, I would bring forward a large amount of evidence, showing that to a certain extent a connection exists between the relative atomic weight of substances in the same isomorphous group and their physiological action, and this I propose to do on some future occasion. At present I will cite one more striking example furnished by the salts of iron. This metal, as is well known, furnishes two classes of salts, in one of which the molecule is bivalent, the atomic number being 56, in the other class the molecule becomes quadrivalent, with a combining number of 112. Of the former class of salts, 30 or 40 grains can be introduced into the veins (in dogs) without destroying life, whilst 3 or 4 grains of the quadrivalent compounds are fatal. The extremely poisonous effects of the metals of the platinum group with their high atomic weight, is another instance of the connection of atomic weight with physiological action. The above observations tend to confirm an opinion I expressed in a paper read at the meeting of the British Association for the Advancement of Science, in 1845, when I stated: "In considering the action of inorganic compounds on living beings, it is clear that our attention must not be directed exclusively to the chemical properties of these substances; it must not be as acids or alkalis or salts that their action on living beings must be investigated, but as regards their isomorphous relations, or those properties which are evidently connected with the form they assume."

In our ordinary chemical reactions, the greater the atomic weight of a body the larger the quantity that must be used to form the different compounds into which it enters; whilst the above facts show that with certain restrictions the very reverse of this is the case in the reactions it produces in living beings. The above facts, together with those already published, justify the conclusion that, first: when introduced directly into the blood, each member of an isomorphous group gives rise to analogous reactions, both on the tissues and on the blood, and second: that the intensity of these reactions is in some way connected with the relative atomic weight of the substance in the group to which it belongs. Exceptions undoubtedly present themselves to the above generalizations, nor is it at all surprising that in the present imperfect state of our knowledge as regards atomic physics, that such should be the case; but still, the number of

instances in which a well marked connection is found between isomorphism, atomic weight and physiological action, is so large, that there can be no doubt that these molecular properties of inorganic elements are closely connected with their physiological action.\*

\*NOTE.—In these experiments which were conducted to ascertain the general effects of the substances used, the quantities employed were usually injected in four or five doses, and therefore do not probably indicate the minimum doses that would be fatal.

ON THE CONSTRICTOR ACTION OF THE INTER-  
COSTAL MUSCLES.

By ARTHUR RANSOME, M.D., M.A.,  
LATE EXAMINER IN ANATOMY AND PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY TO  
CAMBRIDGE UNIVERSITY (1868—1889).

AMONGST the various actions which have been attributed by different observers to the two layers of intercostal muscular fibres, no note appears to have been taken of a function which may, I think, be fairly assigned to them, namely, the indrawing or constriction of the walls of the thorax. It is probable that the supposed rigidity of the bony levers—the ribs—has in some measure prevented the recognition of this action; and the fact that constriction of the chest-wall takes place only during forced breathing, would prevent it from being remarked in experiments upon the ordinary respiration of animals.

In Traube's remarkable series of vivisections ('Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie') there are, indeed, indications that in the difficult breathing produced in rabbits by section of the inferior laryngeal nerve the lower ribs are drawn inwards, probably by the action of the diaphragm, and the same influence is to be remarked in the cases given by Mr. Le Gros Clark in the 'Proceedings of the Royal Society,' vol. xx, p. 125.

I have, moreover, myself brought forward evidence, both from actual experiment and from stethometric measurements, which proves that the upper ribs, as well as the lower, are usually pliable to a considerable extent in living subjects,\* and the fact that in forced breathing in man, a distinct change takes place in the chord lengths of the ribs may readily be demonstrated by means of measurements with suitable callipers.†

It is important that the fact of this bending of the ribs should

\* 'Proceedings of the Royal Society,' No. 139, 1872.

† Also the subject of a communication to the Royal Society, but not yet published in the 'Proceedings.'

be fully recognised before an attempt is made to explain by what forces it is produced, and the discussion of the difficult question of its causation should not be allowed to prejudice the observations upon which it rests. That the ribs do bend in forced breathing may be seen by any one who will use the suitable instruments; how they are bent is much more difficult to prove. It is, however, necessary that the subject should be fully considered, and I venture to adduce the following reasons for assigning to the intercostal fibres a large share in the work.

Since the change in the curvature of the ribs takes place, not only in the lower portions of the thorax to which the diaphragm and abdominal muscles are attached, but also as high as the third or even the second pair of ribs, it is evident that it must be effected by some of the intrinsic thoracic muscles.

But it is probable that no muscles are so advantageously placed for performing this duty as the intercostal fibres. When the first ribs are fixed by the cervical muscles, and the lower ribs are drawn downwards and even inwards by the abdominal group, then any fibres between the other ribs acting in concert, whatever their direction, will necessarily draw inwards the intervening bony hoops.

The shape of the thorax is such that, if the ribs below the first are capable of being bent, they must be drawn inwards by the contraction of muscles placed between them.

From the first to the seventh the rib circuits descend in widening diameters, and the planes of the intercostal spaces, instead of being vertical, are more or less inclined. The force exercised by the muscles in these spaces may therefore be resolved in a vertical and a horizontal plane, and the amount of power drawing inwards along the latter plane will, *ceteris paribus*, depend upon the obliquity of the intercostal plane, and will be greatest in the upper part of the thorax. The tendency throughout, wherever there is any slope at all, will, however, be inwards.

Let  $r_2, r_3, r_4, r_5$  (fig. 1), represent transverse sections of the 2nd,

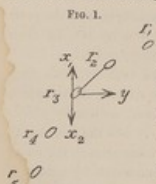


FIG. 1.

3rd, 4th, and 5th ribs respectively, then any force acting between two ribs,  $r_2$  and  $r_3$ , in the direction of the intercostal space,  $r_2, r_3$ , may be represented by the lines drawn in the directions  $x$  and  $y$ , at right angles to one another, and the lengths of these lines will depend upon the obliquity  $r_2, r_3$ .

Moreover, the oblique direction of the fibres of the intercostal muscles adapts them still more especially for a constrictor action.

When two elastic bands (A B and C D) are stretched crosswise between two bars (x r and x' r') capable of being bent laterally, but not from above downwards, and which can only be approximated

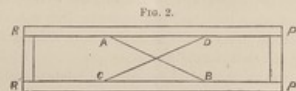


FIG. 2.

to a limited extent, then, when this approximation has been produced, the tendency of the further action of the bands is to draw together the ends of each bar. In the language of mechanics, the forces they exert may be resolved in the directions  $x x'$  and  $x r$ , or  $x' r'$  and *vice versa*. If the bars are quite straight, no moving effect will follow, since the bars cannot then yield to the forces acting along  $x r$  or  $x' r'$ , but they will be in a position of unstable equilibrium, such that the slightest curvature in the bars will at once permit the bands to contract, and a further bending will take place in the direction of the curvature so introduced.

Now, this latter case is precisely that of the ribs when acted upon by both external and internal fibres at one time, and since the rib-levers are free to move at their anterior extremities, and are more pliable and thinner at these points, it follows that the chief bending action will take place in the anterior wall of the chest, and a general indrawing of this part of the thorax will be the result. The effect of each fibre, or of each pair of fibres, is necessarily very small, but the aggregate power they can exert is probably quite sufficient for the purpose.

It is interesting to notice that in other parts of the body, wherever constriction of a cavity is required, there we find an

oblique arrangement of muscular fibres generally in two layers running in opposite directions. In the abdomen, the external and internal oblique muscles, in the pharynx, the middle constrictor spreading fan-like, with its outer fibres directed across those of the upper and lower muscles. In the bladder and stomach the same arrangement is to be observed, and even in the heart, although the muscles are spiral in their arrangement, their fibres are so placed that they run in a similarly opposed fashion.

Viewed in this light, the intercostals may perhaps be regarded as two large muscles, having, like the *rectus abdominis*, ligamentous or bony portions placed at intervals in their course, modifying and in some ways increasing their power, but not altogether preventing them from exerting a combined influence, and so constricting the cavity of the chest.

This account of the *united* action of the intercostal muscles, working in concert with the external muscles of expiration, does not clash with the received doctrines respecting the inspiratory functions of the external intercostal, and inter-cartilaginous muscles acting independently, or together with the cervical and levator muscles of the ribs. The experiments of Traube on rabbits seem to be absolutely conclusive on this point. ('*Experimentelle Untersuchungen*,' p. 158.)

Again, the rib-depressing power of the internal intercostal muscles acting alone would still be possible, and they might also combine with the abdominal muscles to draw down the ribs after they had been raised by the *levatores costarum* and the other inspiratory muscles.

It is highly probable also that in the upper regions of the thorax the *triangularis sterni* assists in the process of constriction, and that the diaphragm and abdominal muscles produce some portion of the inbending of the ribs below the sixth.\*

\* On these points I would refer to Mr. Le Gros Clark's "Remarks on the Mechanical Respiration," '*Proceedings of the Royal Society*,' vol. xx, p. 122; to a paper "On the Action of the Intercostal Muscles," by Dr. Dwight, jun., in the '*Boston Medical and Surgical Journal*,' to the first of Professor Humphry's Lectures on "Human Myology," delivered before the College of Surgeons, and to some remarks of my own "On the Action of the Intercostal Muscles," in the '*Brit. Med. Journal*' for October 26, 1872.

The question of the indrawing and constriction of the chest-wall during forced expiration is not without much practical importance, since it bears closely upon the pathology of emphysema, and its production by asthma and chronic bronchitis.

In making stethometric observations upon persons suffering from bronchitis or phthisis, I have often noticed that whilst the patient has been making forced efforts at breathing, cough has come on, and the ribs have been immediately drawn inwards to a far greater extent than had been accomplished voluntarily, showing that the reflex stimulation of the muscles of expiration, by irritation of the bronchial mucous membrane, was able to accomplish far more than the power of the will.

Now, if in forced expiration, as in coughing, the lung should be compressed by the direct force of the indrawn ribs, then in the natural condition, this pressure will take place at the most favorable moment, when the lung is already partially emptied of air, and when the squeezing effect will be comparatively harmless; but if there is any obstruction to the free exit of air, as in bronchitis or asthma, then the lung will be caught in the position of partial inspiration, and, so to speak, will be taken at a disadvantage, with all its cells distended with air, and ready to be forced into any inequalities in the compressing walls. Here, then, we have an intensification of all the influences which have been considered as the expiratory causes of emphysema.

The subject is not without interest also in relation to the peculiarities in the movements of the chest-wall in pleurisy, emphysema, chronic bronchitis, and phthisis; but on these points I must refer to a paper on "The Respiratory Movements in Man," published in the last volume of the '*Transactions of the Medico-Chirurgical Society*.'



Brunton

THE PATHOLOGY AND TREATMENT OF  
DIABETES MELLITUS.

LECTURE I.

THERE are two diseases to which the generic term diabetes has been applied. They are distinguished by the specific names diabetes insipidus and diabetes mellitus. They resemble one another in the copious secretion of urine, which is the characteristic symptom of diabetes insipidus, and is generally present, though not always, in diabetes mellitus. In the former disease, the urine contains no abnormal ingredient; while the latter is characterised by the presence of grape-sugar in it. The term hydruria is employed by some writers to designate the copious secretion of urine, and glycosuria the presence of sugar. A large increase in the quantity of urine often occurs, and sugar may be occasionally found in it, in health.\* It is, therefore, well to restrict the use of the terms diabetes insipidus or diabetes mellitus to the permanent continuance of these symptoms. As the former disease is comparatively rare, the simple name diabetes is always applied in ordinary language to the latter; indeed, it is now sometimes used instead of glycosuria to signify the mere presence of sugar in the urine, although it may be but temporary.

**SYMPTOMS.**—When patients suffering from diabetes come to a hospital, they usually complain that their mouth is dry, and they suffer from thirst. They pass a great quantity of urine, frequently having to rise during the night to micturate; and they have been losing flesh, although their appetite is undiminished or even greatly increased. Although these symptoms are generally present when patients apply for hospital relief, they are not, so far as my experience goes, the first indications of the disease. This fact was much impressed upon me by a circumstance which occurred while I was a medical student. I chanced one day to see a working man who was under treatment for

\* Brücke, *Sitzungs-Bericht der Wiener Acad.*, vol. xxix, 1859, p. 346.

diabetes by a medical friend of mine. Being anxious to display my newly acquired knowledge, I said to the patient, "I suppose that the first thing you noticed was, that you made water very often, and were very thirsty." His reply took me somewhat aback. "Oh no!" said he; "the first thing I noticed was, that I could not do my day's work as I used to do." My attention was thus directed for the first time to muscular weakness as one of the earliest symptoms of diabetes; and I find that it has been the very first to appear in a large number of the cases recorded by Seegen in his elaborate work on this subject.\* I have noticed it in several cases where no complaint was made of thirst, increased appetite, or frequent micturition. Another frequent symptom of diabetes is dryness of the skin, or the presence of an obstinate cutaneous eruption. I have not observed any characteristic form of eruption, nor any particular situation, as either the face or the body may be affected; but itching of the vulva in women is common, probably on account of the irritation caused by the saccharine urine. For my own guidance in practice, I have laid down the two following rules. Always examine the urine for sugar—(1) whenever a patient, especially a male, complains of weakness without any obvious cause; (2) whenever an obstinate cutaneous eruption is met with. In his *Handbook of Medicine*, Dr. F. T. Roberts gives the much more general and comprehensive rule to examine the urine in all cases of obstinate ill health; and this is, no doubt, better than the rules which I have just mentioned; yet, by following these, I have several times detected diabetes when most of the ordinary symptoms were absent.

**PATHOLOGY.**—The presence of sugar in the urine as an abnormal constituent has been long known; but the pathological processes which it indicates are only now, thanks to the labours of Bernard, Cyon, Eckhard, Flint, Lusk, Pavy, and others, beginning to be clearly understood. Even yet we generally find diabetes ranged in text-books with albuminuria and other diseases of the kidneys, although we now know that these organs are not at all its fault, but merely separate from the blood the excess of sugar present in it. The blood always contains more or less sugar;† but, unless it amount to more than about one-third per cent.,‡ it is not separated by the kidneys. Its appearance in the urine, there-

\* Seegen, *Die Diabetes Mellitus*, p. 209.

† Bernard, *Revue Scientifique*, and *ser.*, tome iv, p. 1003 (Several of these lectures of Claude Bernard have lately been reproduced in the *London Medical Record*, and are well worthy of perusal, both for their matter and as admirable examples of method in experiment and clearness in diction.)

‡ Bernard, *Physiologie Experimentale*, tome i, p. 302.

fore, indicates that an excessive quantity of it is present in the blood; and, if we can find out how this excess came to be there, we shall have discovered the pathology of diabetes. An analysis of blood from the crural or jugular veins, and from the femoral and carotid arteries, shows that less sugar is contained in the venous than in the arterial blood; and therefore destruction of sugar must go on somewhere in the organism.\* Excess of sugar in the blood may thus be due to two causes—1, to increased introduction of sugar; or, 2, to diminished destruction of it; or to both of these together.

We will first consider the ways in which an excess of sugar may be introduced into the blood; and this involves the question, How does sugar come to be present in it at all? The ultimate source of the sugar and of every other constituent of the body is, of course, the food we eat; and this, as we may easily see in a typical meal of beef-steak, bread, and pudding, consists of fat, albumen, starch, and cane-sugar. The fat takes no part in the production of sugar within the organism, but the other three do. After they have entered the intestinal canal, the starch is converted into grape-sugar by the saliva and pancreatic juice, and the cane-sugar into a mixture of glucose and another sugar called lavalose† by the intestinal juice. The albumen is converted into peptone by the gastric and pancreatic juices. The sugar and peptones

\* *Revue Scientifique*, and *ser.*, tome iv, p. 1002.

† Sugars may be divided into two classes. Those of the first class are fermentable, yielding alcohol when acted on by yeast; and, when boiled with potash and sulphate of copper, give a deposit of oxide of copper. They have all the same formula,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , but are distinguished from each other by their action on polarized light. The chief members of the group are glucose, or ordinary grape-sugar, and levulose or levoglucose. Glucose turns the plane of polarization to the right, and thus is sometimes called dextrose or dextrorotatory, while levoglucose turns it to the left, and hence its name. Glucose obtained from starch cannot be distinguished by chemical tests from that got from the liver; but it is quite possible that they are not the same, and that the one may be much more easily oxidized in the organism than the other. Indeed, Bernard states (*Physiologie Experimentale*, tome i, p. 213) that sugar obtained from the liver is most easily destroyed in the body; next comes sugar from diabetic urine, then grape-sugar from starch, and, lastly, milk-sugar. The position of diabetic sugar between glucose from the liver and glucose from starch may be due to its being in many cases a mixture of the two—part of it consisting of sugar formed from starch in the intestine, and not altered by the liver, and part of it derived from the transformation of glycogen.

The second class of sugars has for its chief members cane-sugar or saccharose, and milk-sugar or lactose. They do not undergo alcoholic fermentation with yeast, nor do they reduce copper like those of the first group; but they can be transformed into the sugars of the first kind by boiling with acids, or by the action of certain ferments, and then they are capable of fermentation and reduce copper. They both have the same formula,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . They both turn the plane of polarization to the right, though cane-sugar does so more than milk-sugar. They are distinguished by their different solubility and sweetness.

thus formed in the intestinal canal are absorbed by the intestinal veins, but they are not all at once poured into the general circulation and carried to the brain and muscles. If this were the case, these structures would get all their nutriment at once, and they would have to stow it away themselves for use during the intervals of fasting. Possibly the reserve-stores they would thus require to accumulate might clog their action; and, unless they could assimilate all the sugar at once, some of it would pass out in the urine, and thus be lost. It seems, at any rate, that such intermittent nutrition is not good for them, since a means of equalizing it has been provided in the liver. This organ acts as a storehouse, in which the superfluous nutriment absorbed during digestion is laid up, and gradually given out again into the blood during fasting. The sugar which has been absorbed from the intestines is conveyed by the portal vein to the liver; and there it is converted into glycogen, and stored up in the hepatic cells. How the transformation is effected, we do not at present know; nor can we say whether the sugar is simply transformed into glycogen, or whether it splits up in some peculiar way so as to yield glycogen and fat. That glycogen is formed from sugar, and that sugar is stopped by the liver on its way from the intestine to the general circulation, is shown by several facts. In a starved animal, glycogen disappears entirely from the liver; but it quickly reappears if some sugar be injected into the stomach.\* It is greatly diminished by fasting, and greatly increased by a full meal. When sugar is injected into the cranial vein, it appears in large quantities in the urine; but when it is injected slowly into the portal vein, it is taken up by the liver, and not a trace of it is to be found in the urine. If the injection have been made too quickly, so that the liver cannot transform the sugar as rapidly as it is supplied, a portion of it passes into the general circulation and appears in the urine.† If the portal vein be ligatured, so that the blood finds its way from the intestines to the heart and body by means of the collateral circulation without passing through the liver, glycosuria occurs.‡ It would seem that it is only while sugar is being absorbed from the intestines that much of it is present in the portal blood, for generally there is less of it in the portal vein than of

\* Tschernow, *Wiener Acad. Sitzber. Math.-Naturwiss.*, vol. 8, Abt. 2.

† Schöpfer, *Archiv für Exper. Pathologie und Pharmacologie*, vol. 1, p. 71.

‡ Bernard, *Revue Scientifique*, 2nd serie, tome iv, p. 1066. Compare also the analysis (Erasme Schöffel, tome iv, p. 1103), and Observations (p. 1093); also Schöffel, *Untersuchungen über Zuckerbildung*, 1870, p. 3.

almost any other vessel in the body.\* From the power of the liver to use up sugar in this way, Tschernow has proposed to call its function *glycophilic*, or *sugar-destroying*. Peptones also form glycogen, for the liver of a dog always yields a much greater quantity of this substance after the animal has had a meal of flesh than when it is fasting. Fick has advanced the hypothesis that the peptones which result from the digestion of albuminous food in the stomach are not again built up into albuminous substances in the organism, as is usually supposed. Instead of this, they undergo further decomposition, and split up into non-nitrogenous and nitrogenous bodies. The non-nitrogenous products are stored up in the body, and serve it as fuel; while the nitrogenous ones are excreted in the form of urea.† The urea is probably not formed directly from peptones; for, when they are injected into the blood, the urea is not increased till four or five hours after the injection; and, when meat is digested in the stomach, the increase of urea begins five or six hours after the meal.‡ It is probable, from Schultzen's researches,§ that glycocine, leucine, and tyrosine, are first formed, and that these afterwards become converted into urea. Fick does not say where he supposes the decomposition of peptones to take place; but I think we are not far wrong in saying that it probably does so in the liver and muscles.

We may thus broadly say that albuminous food forms peptones in the stomach and intestines; and these are split up in the liver and muscles, so as to yield glycogen, a non-nitrogenous product, which is stored up in these organs, and urea which is excreted. This at once enables us to understand how it is that, in diabetic patients fed on animal food, the urea and sugar in the urine increase *pari passu*; the sugar in them being in great part excreted with the urea, instead of being stored up as in the healthy body. The first great function of the liver, then, is to form glycogen from the sugar and peptones supplied to it from the intestines, and to store them up till wanted. This is termed by Bernard its *glycogenetic function*.¶ As the materials on which the liver

\* Kühn, *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*, p. 62. It is difficult to understand the conflicting statements of different observers on this point, except by supposing that their experiments were made on animals in different stages of digestion or fasting.

† Fick, *Pflüger's Archiv*, vol. 11, p. 40; also Rabenau, *L'Union Médicale*, 1875, No. 302.

‡ Fick, *Verhandlungen der Physikalisch-Medical. Gesellschaft zu Würzburg*, new series, vol. 11, p. 57.

§ Schultzen and Nemck, *Zeitschrift für Biologie*, vol. viii, p. 122.

¶ Klinger, *Medico-Chirurgical Transactions*, vol. xliii, p. 343.

¶ *Revue Scientifique*, 2nd ser., tome iv, p. 1125.

acts are supplied to it by the *portal vein*, we may connect the *formation* of glycogen with this vessel; while, as I shall afterwards show, the *hepatic artery* is more closely related to its *destruction*; although, from the free anastomosis between them, neither vessel possesses any function exclusively. The portal vein in man has the power of contracting very considerably,\* but the source of its vaso-motor nervous supply is not so well ascertained as that of the hepatic artery. We shall, however, return to this subject in another part of this paper.

We can at once see that, if the glycogenetic function be imperfectly performed, too much sugar will pass into the general circulation, and be excreted by the kidneys. It will only do this, however, during the time that the sugar produced by the digestion of starchy or saccharine food is being absorbed from the intestines; and the glycosuria arising from this cause will be intermittent, coming on after meals, and disappearing during fasting.† It is evident that, if the meals be taken so frequently that the whole of the sugar obtained from one, cannot be excreted before absorption of the next one begins, the glycosuria will be remittent instead of intermittent. The sugar will be most abundant when digestion is at its height, and scantier when it is nearly finished; but it will never be entirely absent. This kind of glycosuria will be completely arrested by abstinence from farinaceous or saccharine articles of diet. According to Pavy, it is not uncommon among elderly people; and, so long as the urine is kept nearly free from sugar by attention to diet, it does not appear to injure their health.‡ Even in health, the power of the liver to use up sugar is limited; and, if it be absorbed too quickly from the intestine, it will pass through the liver and appear in the urine. This occurs when sugar is taken in large quantities by men or by animals, unless it be prevented by some circumstance or other from being too rapidly absorbed.§ Thus Bernard found that, when he injected a quantity of syrup into the stomach of a dog, sugar appeared in the urine. On repeating the experiment with a rabbit, no glycosuria was induced. The reason of this difference is, that the dog's stomach is generally empty, except immediately after a meal; and the syrup quickly passed into the intestine was altered by the intestinal juice, and was absorbed so rapidly that the liver could

\* *Verhandlungen der Physikal.-Medizin. Gesellschaft zu Würzburg*, 1854, p. 1.  
 † See Traube, *Ueber die Gesetze der Zuckerausscheidung im Diabetes Mellitus*, *Virchow's Archiv*, vol. iv, p. 118.  
 ‡ Pavy on *Diabetes*, second edition, p. 244.  
 § Pavy, *op. cit.*, p. 141; and Vogel, in *Virchow's Handbuch specielle Pathologie und Therapie*, vol. vi, Abth. 2, p. 42.

not convert it all into glycogen. The rabbit's stomach, on the contrary, always contains a large quantity of vegetable matter, even when the animal has been starved. This mass absorbs the syrup like a sponge, and only allows it to descend slowly into the intestine, so that digestion and absorption go on gradually, and the liver is able to convert all the sugar into glycogen.\* Bernard shows in a very ingenious manner that the sugar which appears in the urine of the dog is really the same sugar which has been absorbed from the intestine and passed unchanged through the liver, and is not sugar derived from glycogen. The latter consists entirely of glucose; but that obtained from the urine of the dog contains both glucose and levulose, which are the ordinary products of the digestion of cane-sugar by the intestinal juice.

The starch and cane-sugar contained in food are not usually converted into grape-sugar by the saliva, pancreatic and intestinal juices, so quickly as to supply sugar to the liver more rapidly than it can convert it into glycogen. An increase in the amount of any of these secretions, such as might be expected to occur in hypertrophy of the pancreas, for example, by leading to more rapid conversion of the food into sugar, might cause diabetes, presenting similar characters to that produced by incomplete glycogenesis in the liver. Almost the only distinction between them would be that, digestion being completed more rapidly in the latter sort, the secretion of saccharine urine would begin sooner after meals and last for a shorter time than in the former. To ascertain this, an examination of the urine would require to be made very frequently; and I am not aware that any observations of this sort are on record. Several cases of glycosuria apparently depending on such alterations in the liver or digestion as have just been described, and arrested by abstinence from starch and sugar, have been recorded by Camplin,† Parkes, Traube,‡ Rayer, Bence Jones, and others. In some of these cases, the failure of the liver to perform its glycogenetic function seems to have been the sole cause of diabetes; in them, it could be warded off for many years by abstinence from farinaceous food. In others, the failure of this function seems to have been quickly followed by other changes; and then abstinence from starch failed to prevent the appearance of sugar in the urine, although it had done so at the commencement of the disease. It is possible that

\* *Essays Scientific*, second series, tome iv, p. 1066.

† Camplin on *Diabetes*; and *Medico-Chirurgical Trans.*, vol. xxxviii, p. 69; also other cases quoted by Parkes in his work on *Urine*, p. 377.

‡ Traube, *Virchow's Archiv*, vol. iv.

another imperfect kind of glycogenesis sometimes occurs when the liver forms glycogen rapidly enough, but of such a kind as to be too readily broken up again. The glycogen obtained from the livers of animals is by no means always of the same quality; for, according to Kühne, some specimens are converted by ferments into sugar with great rapidity, while others are only changed by them after the lapse of hours, although these very specimens may be at once changed into sugar by boiling them with acids.\*

It is to be observed that the liver is not the only organ in the body which contains glycogen, although it is the chief one. The muscles also contain this substance † and it is found in considerable quantities wherever cell-growth is actively going on, as, for example, in fetal structures, or in the inflamed parts of the lungs in pneumonia. It is possible that it is first formed in the liver, and is merely carried to these other parts; but as it is readily changed into sugar in the blood, it seems much more likely that muscles and young cells possess also, to some extent, glycogenic powers, and that the glycogen they contain is actually formed by them from sugar, or peptones supplied to them by the blood. The sugar they receive may either be derived from glycogen in the liver, or directly from intestinal digestion, for it is almost certain that, although a great part of the sugar and peptones is stopped by the liver, the whole of them is not.

Diabetes, from imperfect glycogenesis, then, is to be ascribed chiefly to the liver; but the possible participation of the muscles is to be borne in mind.

\* Kühne, *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*, p. 62.  
† Bernard, Kühne, and McDonnell; Kühne's *Lehrbuch der Physiologischen Chemie*, p. 207; Naun, *Filiger's Archiv*, vol. ii, p. 57.

## LECTURE II.

THE second great function of the liver is to give out, during fasting, the nutriment which it has stored up during digestion. This is effected by the glycogen, which has been stored up in the organ, becoming gradually transformed into sugar again. It is then washed out of the liver by the blood and carried with it into the general circulation. The conversion of glycogen into sugar is effected by means of a diastatic ferment, of which a minute quantity only is present in the liver itself, but which is contained to a much larger amount in the blood. When the flow of blood through the liver is slow, the transformation of glycogen goes on gradually, but it is quickened whenever the current becomes more rapid. It seems probable that, although the blood of the portal vein may have something to do with the transformation of glycogen into sugar, this process is more closely connected with the circulation through the hepatic artery; for those lesions of the nervous system which increase the flow of blood through the liver and induce diabetes, have, according to Cyon,<sup>\*</sup> little influence over the calibre of the vein, but cause the artery to dilate widely. As the blood from the artery flows into the portal vein, any increase in the circulation within it also quickens that in the vein to some extent. The circulation in the liver may be increased either by raising the pressure of blood in the arteries generally, so that the blood flows more quickly through the hepatic artery, although its size may remain the same as before, or by causing it to dilate, so that it receives a greater share of blood, while the pressure in the arteries generally remains the same.

The pressure of blood in the arteries generally may be raised by compressing any large artery, by violent muscular efforts, or by interference with respiration. The operation of these causes is followed by a greater production of sugar in the liver, its increase in the blood of the vena cava, and even its appearance in the urine. Schiff was able to

\* Cyon and Alsdorf. Reprint from the *Mémoires Biologiques* (which Professor Cyon was kind enough to send to me); and *Bulletin de l'Académie Impériale de Pétersbourg*, vol. viii, p. 91.

produce diabetes by ligaturing large vessels, and Pavy\* found in his experiments that whenever an animal struggled either on account of discomfort or because its respiration was interfered with, the quantity of sugar in the blood of the vena cava and carotids was at once increased. According to Michx and Reynoso,† it appears temporarily in the urine after an epileptic or convulsive hysterical fit. This power of muscular action to increase the proportion of sugar in the blood is exceedingly interesting, for sugar is destroyed in the muscles during their contraction, and is in all probability to be regarded as at least a part of the fuel from which they derive their energy.‡ The action of muscles, which causes the destruction of sugar within them, at the same time leads to an additional supply being furnished to them, and thus the balance of waste and supply is properly sustained. The occurrence of sugar in the urine of persons suffering from cholera, or who have died from exposure to cold, is probably also to be attributed, at least in part, to the contraction of the blood-vessels near the surface of the body increasing the circulation in the liver. The intermittent glycosuria which has been observed to be present during or after a fit of ague, and absent during the interval, may also be ascribed to the rise in the general blood-pressure which occurs during the paroxysm.

Dilatation of the hepatic vessels, and increased flow of blood through them, may be produced by paralyzing their vaso-motor nerves either directly or reflexly. The vaso-motor centre (a) is situated in the medulla oblongata. From it proceed those constant stimuli to all the vessels in the body by which their state of moderate contraction, or tone, as it is often termed, is maintained. The vaso-motor nerves for the hepatic vessels, indicated in the figures by the dotted line which accompanies them, pass from the vaso-motor centre down the spinal cord for a certain distance, then proceed through some of the communicating branches to the sympathetic cord and through the splanchnic nerves to the liver. The point at which they leave the spinal cord and pass to the sympathetic is not quite certain. According to Cyon and Alsdoff§ they leave the cord by means of the fibres (c), which accompany the vertebral artery, passing in them to the lower cervical ganglia. Thence they proceed in two fibres (d), one of which passes on either side of the sub-

\* Pavy, *On Diabetes*, pp. 62, 63, and 145.

† Troussier, *Clinique Médicale*, ed. 2<sup>me</sup>, tome II, p. 66.

‡ Ludwig and Gerlach, *Arbeiten aus dem Physiologischen Institut zu Leipzig*, 1871, p. 25.

§ Cyon and Alsdoff, *op. cit.*

clavian artery, forming the annulus of Vieussens, to the first dorsal ganglion (h), and thence through the ganglionic cord of the sympathetic (i), the splanchnics (k), to the coeliac ganglion (l), and along the hepatic vessels to the liver. (Fig. 1.)

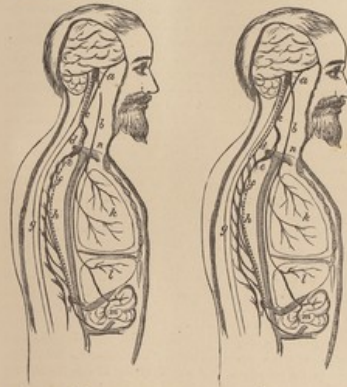


Fig. 1.—Diagram showing the course of the vaso-motor nerves of the liver, according to Cyon and Alsdoff. These nerves are indicated by the dotted line which accompanies them: a, vaso-motor centre; b, trunk of the vagus; c, passage of the hepatic vaso-motor nerves from the cord along the vertebral artery; d, fibres going on each side of the subclavian artery, and forming the annulus of Vieussens; e, first dorsal ganglion; f, ganglionic cord of the sympathetic; g, the spinal cord; h, splanchnic nerves; i, coeliac ganglion, from which vaso-motor fibres pass to the hepatic and intestinal vessels; k, the lungs, to which fibres of the vagus are seen to be distributed; l, the liver; m, the intestine; n, the arch of the aorta.

Fig. 2.—Diagram, showing another course which the vaso-motor nerves of the liver may possibly take. The letters indicate the same parts as in fig. 1. The hepatic vaso-motor nerves are here represented as passing lower down the cord than in fig. 1, and leaving it by the communicating branches to the second dorsal ganglion. It is possible that they may sometimes leave by the branches to the first, and sometimes by those going to a lower ganglion. In such cases any irritation to the third or one of the other cervical ganglia may cause diabetes by being conveyed along the vertebral artery and up the cord, as indicated by the dash line, to the vaso-motor centre, where it may cause reflex inhibition, in the same way as any irritation to the vagus.

By dividing these nerves at any point between the medulla and the liver, the influence of the vaso-motor centre will be removed, and the hepatic vessels will dilate. Unless other circumstances should interfere, the flow of blood through the liver will be accelerated, and the production of sugar increased. Diabetes arising from division of the nerves is generally supposed to be permanent. In this it differs from diabetes induced reflexly by irritation of nerves, which ceases shortly after the irritation has passed off. This distinction is applied to that produced by operations; for, of course, permanent diabetes may depend on permanent irritation, and this is probably frequently the case where the disease occurs in man. Schiff\* found that diabetes could be produced by division of the anterior columns of the spinal cord between the medulla and the fourth cervical vertebra. This lasted for days or weeks, in fact, till the animal died. Cyon and Alsdorf have also observed diabetes which they attributed to paralysis of the vaso-motor nerves of the liver, after section of the fibres which accompany the vertebral artery, of the last cervical or first dorsal ganglion, or of the fibres forming the ansula of Viennens. Eckhard has not succeeded in confirming their results † and it is, therefore, by no means improbable that the vaso-motor nerves of the liver do not always leave the spinal cord to join the sympathetic, by the fibres accompanying the vertebral artery, but sometimes pass further down the spinal cord, and leave it by the communicating branches going to some of the dorsal ganglia. (Fig. 2.) This is all the more probable, as we have an instance of a similar kind in the case of the cardiac nerves. ‡ As the vaso-motor nerves of the liver pass along the gangliated cord and the splanchnics, one would expect that section of these structures would produce diabetes. But this is not the case, for the sympathetic cord may be divided between the tenth and twelfth ribs, or the splanchnics may be cut, without sugar appearing in the urine. On the contrary, when other means, such as puncture of the fourth ventricle, have been employed to induce it, no sugar appears in the urine if these nerves have been previously cut. At first sight, this result is very perplexing; but Cyon has most ingeniously explained it, by reminding us that it is not mere dilatation of the hepatic vessels, but increased circulation through them, which accelerates the formation of sugar; and the width of the vessels is of little consequence if there be not sufficient blood to fill them. Now, the vessels of the intestine,

\* Schiff, *Untersuchungen über Zuckerbildung in der Leber*, 1859, p. 208.

† Eckhard, *Reiniger*, vol. vii. tome 1, 1871, p. 39.

‡ Schmiedeberg, *Ludwig's Arbeiten*, vol. vi. p. 34.

especially when the digestive canal is long as it is in rabbits, are so capacious, that when dilated they can hold as much blood as all the rest of the vascular system put together, and their vaso-motor nerves are also contained in the lower part of the cord and in the splanchnics. Consequently, when these are divided, the vaso-motor nerves of the intestinal vessels become paralysed as well as the hepatic ones, the vessels themselves dilate and retain so much blood that there is not enough left to increase the flow of blood through the liver, even though the hepatic vessels may be standing wide open to receive it. But if the vessels of the liver be first dilated, and the cord or splanchnics be then cut, the formation of sugar is not arrested; for, a brisk circulation having once become established in the liver, still continues, although the intestinal vessels may become dilated.

A similar explanation may be given of the results obtained by Pavy, in one of his experiments.\* He isolated the hepatic artery, portal vein, and hepatic duct, and then carefully divided all the remaining structures in the lesser omentum, including therefore the nerves passing to the liver. Notwithstanding that the hepatic nerves had been thus divided, and the splanchnics left uninjured, no sugar appeared in the urine. At first sight, this seems rather extraordinary, but a little reflection will show that the conditions are similar to those in Cyon's experiment. It is almost impossible to divide all the nerves of the liver without irritating the intestines and causing a considerable amount of congestion in them. Dilatation of the vessels produced in this way, will have the same effect as division of the splanchnics. While watching a distinguished German physiologist dividing some of the nerves in the mesentery of a dog, I have seen the intestine become greatly congested, and so much blood has gone to it that there was not sufficient circulation in the brain to sustain its activity, and the dog, which was being operated on, slept soundly, although it had received no narcotic.

The second way in which the hepatic vessels may be dilated is by reflex paralysis or inhibition, as it is generally termed, of their vaso-motor nerves. Every one knows that, when a sensory nerve is irritated, the impression is transmitted to the vaso-motor centre, and arrests its usual action over the vessels of the part to which the sensory nerve is distributed. Thus, when a grain of sand falls into the eye, the irritation which it occasions to the sensory nerves of the conjunctiva, is conveyed by them to the vaso-motor centre, and arrests the action of that part of

\* Pavy, *op. cit.*, p. 171.

it which regulates the contraction of the conjunctival vessels. In consequence of this, they become dilated and full of blood, and continue so while the irritation continues; but, so soon as it is removed, the vaso-motor centre again regains its wonted power, and the vessels return to their normal size. The same is the case with the liver; and its sensory nerve is the pneumogastric. If this nerve be cut across, and its lower end irritated, no effect on the liver can be noticed; but, if its upper end be stimulated, the vessels of the liver dilate, the circulation increases, and sugar appears in the urine.\* Irritation of the roots of the pneumogastric, in Bernard's famous experiment of puncture of the fourth ventricle, has the same effect as stimulation of its trunk. This experiment is performed by pushing an instrument like a bradawl through the skull and cerebellum till it reaches the olivary fasciculi in the medulla oblongata. The instrument is prevented from injuring the anterior motor fibres of the medulla by a needle-like point which projects about the eighth of an inch from the middle of its edge. This is too fine to injure them itself, and, by coming in contact with the occipital bone, it prevents the edge of the awl from going too far. The irritation thus occasioned to the vagus roots, inhibits the vaso-motor centre of the liver, and in half an hour or an hour, sugar appears in the urine. It does not remain more than a few hours, but disappears when the irritation has passed off; and in this it differs much from the diabetes produced by dividing the vaso-motor nerves of the liver. When this is done by cutting the anterior columns of the cord in the neck, sugar, as has been already mentioned, will persist for days or weeks.†

Irritation of the peripheral terminations of some branches of the pneumogastrics has a similar effect to one applied to their roots or trunks. These nerves are distributed to the liver, lungs, heart, stomach, intestines, etc., but these filaments do not all seem to have the same power of inducing dilatation of the vessels. Diabetes can be produced by irritating the liver by needles‡ or electrodes§ placed in it; and irritation in the intestine seems occasionally to have the same effect, for there is a case on record of diabetes caused by the presence of a tapeworm in the intestines, and immediately cured by its removal. The influence of the cardiac, gastric, and other branches, has not been well ascertained. Eckhard has noticed the occurrence of diabetes after operations on the abdominal cavity

\* Bernard, *Physiologie Experimentale*, tome 1, p. 305.

† Schiff, *Untersuchungen über Zuckerbildung in der Leber*, 1859, p. 103.

‡ Schiff, *op. cit.*, p. 106.

§ Pavy, *op. cit.*, p. 132.

without any definite lesion of nerves. The pulmonary branches seem to have a most important action, as the air inhaled during respiration appears to supply them with a constant stimulus, and thus continuously inhibits, to a certain extent, the vaso-motor nerves of the liver. When the pneumogastrics are cut across, this influence is, of course, removed, the hepatic vessels contract, and the production of sugar diminishes.

Increased respiration, on the other hand, seems to have the effect of increasing the formation of sugar; for Tieffenbach\* observed that artificial respiration, performed by blowing air into the lungs by means of bellows, sometimes produced glycosuria. The appearance of sugar in the urine of animals poisoned by woorsara is probably due partly to the artificial respiration employed to keep the animal alive, as well as to the action of the poison on the muscles, which will be considered afterwards. This is all the more probable because, when respiration is kept up to allow the animal to recover the effects of woorsara, sugar makes its appearance. The fact that it does not do so while the animal is completely paralysed, points to a reflex production of the phenomenon; for Schiff† has found that large doses of woorsara paralyse the sensory as well as the motor nerves; and, as this loss of sensibility will destroy reflex inhibition, it is sufficient to explain the non-occurrence of reflex dilatation of the hepatic vessels while much woorsara is present in the system. He states also that, when the respiration is effected gently, and the cannula is not tied into the trachea, but only laid loosely in it, so that the lungs are not over-distended by the force of the bellows, diabetes is not produced.‡ When the nerve-centres are very deeply narcotised, as when an animal is thoroughly under the influence of ether, even puncture of the fourth ventricle will not cause diabetes;§ and Pavy|| found no sugar in the urine of animals when he extirpated the superior cervical ganglion under the influence of chloroform, although it appeared when he narcotised the animals with the fumes of puff-ball, which, though it stupefied them, would probably not affect the vaso-motor centre through which the irritation of the operation would influence the hepatic nerves.

\* Tieffenbach, *Inaugural Dissertation*; Königsberg, 1869. Abstracted in *Centralblatt für die Medicinischen Wissenschaften*, 1869, p. 179.

† I am uncertain where this is published. Schiff himself informed me verbally several months ago of his discovery.

‡ Schiff, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1866.

§ Schiff, *Untersuchungen über Zuckerbildung*, p. 10.

|| Pavy, *On Diabetes*.



The glycosuria which is often observed after inhalation of carbonic oxide, ether, and chloroform, may also be ascribed to irritation of the pulmonary branches of the vagus by these drugs before anaesthesia has become complete. If narcosis be quickly produced, sugar is not unfrequently absent; but it generally appears if narcosis be induced slowly, so that the irritant vapour acts long on the lungs, while the vaso-motor centre is yet unaffected by it. The glycosuria is not due to the struggles of the animal during the administration of the anaesthetic; for Schiff found it in a hedgehog which only succumbed to the influence of the anaesthetic after a long time, but did not make the slightest movement during the whole time.† The beneficial effect of opium and codeia in diabetes is probably due in part to their lessening reflex inhibition in the liver, as opium most assuredly does in the case of some other glands, and thus diminishing the production of sugar. It seems probable also that reflex inhibition may follow irritation of other parts of the encephalon, and possibly also of sympathetic ganglia, as well as of the roots, trunks, and branches of cerebro-spinal nerves.

The diabetes which has been observed after injuries of the cerebral lobes in man, of the cerebellum in animals by Eckhard,‡ of the superior cervical ganglion by Pavy, of the optic thalamus, cerebral peduncles, pons Varoli, middle peduncles of the cerebellum, and of the cervical sympathetic cord and sciatic nerve by Schiff,§ is probably due to this cause, as in all these cases it is only temporary, and not permanent. Irritation of the sciatic nerve in man seems to have the same effect as in animals, for temporary diabetes has been observed during an attack of sciatica.

There is another possible cause of increased formation of sugar in the liver; and that is, a greater proportion of diastatic ferment in it or in the blood which flows through it. The quantity of ferment in the liver of animals varies, and it is sometimes absent altogether. The same is probably the case with the blood. We do not know whether this ferment is peculiar to the blood, or whether it is ptyalin or pancreatic ferment absorbed from the intestines. Tiegel,|| indeed,

\* Schiff, *Untersuchungen über Zuckerbildung*, p. 124.

† Seiff, *Isaagunal Dissertation*, Dorpat, 1869; Heide and Meissner's *Zuckerbericht*, 1869, p. 173.

‡ Eckhard, *Festschrift Medicinisch-Chirurgische Praxis*, No. 7, 1873, p. 98; and *Hild, Beiträge zur Hydrarie und Melliturie*; Marburg, 1872.

§ Schiff, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1866, p. 296; and *Untersuchungen über Zuckerbildung*, p. 114.

|| Tiegel, *Pflüger's Archiv*, vol. vi, p. 249.

states that it differs from pancreatic ferment in being insoluble in glycerine; but Von Wirtlich has obtained a diastatic ferment from the liver by glycerine, and I have done the same. It is possible that there may be two ferments having a similar action. Pepsin seems to be absorbed from the stomach, for it has been found in the muscles and even in the urine by Brücke; and pancreatic ferment seems also to be absorbed, for Hüfner found a ferment, possessing like it the properties of converting starch into sugar and of digesting fibrine, in the salivary glands and lungs. The increased secretion of a hypertrophied pancreas, which Niemeyer asserts to be common in diabetes, may thus not only act by quickening the conversion of starch into sugar in the intestines, but by increasing the transformation of glycogen after its absorption into the blood. But atrophy of the pancreas is quite as common a lesion in diabetes as hypertrophy; and, if we suppose, as is usually done, that the only function of the pancreas is that of forming ferment, it is difficult to explain the occurrence of diabetes under these conditions, except on the supposition that in both of them the nerves of the organ are irritated, and cause reflex dilatation of the vessels of the liver in the same way that irritation of the liver itself does. But, if we suppose that the pancreas not only forms ferment, but also excretes ferment already circulating in the blood, in much the same way as the liver both forms and excretes bile, we at once see that the diastatic ferment which Hüfner supposes to be found in many parts of the body may accumulate in the blood because the pancreas can no longer excrete it, and thus lead to diabetes; for both bile and pancreatic juice can only be partially absorbed in the normal condition; another part will be evacuated with the faeces. I apprehend, however, that this explanation will seem to many persons to be too hypothetical, and that irritation of the pancreatic nerves and reflex dilatation of the hepatic vessels will appear a more probable cause of diabetes in cases of diseased pancreas. Ploz and Tiegel\* have found that the ferment is contained in the blood-corpuscles alone, and not in the serum. When the blood-corpuscles are destroyed, the ferment acts vigorously,† as it is then set free. The diabetes observed by Harley after the injection of ether into the portal vein is probably due to the blood-corpuscles being dissolved by the ether.

I have already mentioned that the muscles contain glycogen, and,

\* Pflüger's *Archiv*, 1873, vol. vii, p. 291.

† Tiegel, *Pflüger's Archiv*, vol. vi, p. 249.

during their action, sugar is actually formed in them. The possibility of changes similar to those in the liver occurring in them must be borne in mind as a possible factor in diabetes.

## LECTURE III.

HAVING considered the effect of increased formation of sugar, we must now look at the diminished combustion of it as a cause of diabetes.

The healthy organism is able to consume not only all the sugar produced within itself, but even more; and, if a solution of glucose or glycogen be injected in small quantities under the skin or even into the veins of an animal, no sugar will appear in the urine.\* This destruction of sugar probably goes on chiefly in the blood, lungs, and muscles, though it may take place in other tissues as well. Its occurrence in blood after it has been drawn is shown by the sugar contained in it disappearing after a short time when it is kept at a moderate temperature; and there is no reason to suppose that this does not go on within the body, more especially as Hirst and Zuntz have shown that the formation of acid, which goes hand in hand with the destruction of sugar, occurs even more quickly while the blood is still fluid, or, as we may say, alive, than after coagulation has taken place. The important part played by the lungs in the destructive process is evident from the great diminution which the sugar sometimes undergoes during its passage from the right side of the heart to the carotid artery; and the powers of muscle in this respect are shown by the observation of Ludwig and Genesich†, as well as of Bernard‡, that the blood which passes through the vessels of a contracting muscle contains much less sugar when it issues from the vein than when it enters the artery. And yet, strangely enough, Ludwig and Scheremetjewski§ found that, after grape-sugar had been injected into the veins of an animal, little or no increase took place in the oxygen consumed or the carbonic acid given off from the lungs—a result which indicates that grape-sugar, *as such*, is not burnt off in the body. On the other hand, however, they found that, when lactic acid as well as other organic acids, combined with soda,

\* Tiebenbach, *op. cit.*

† *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmacologie*, vol. 1, p. 20.

‡ Ludwig's *Archives*, 1871, p. 75.

§ Bernard, *Revue Scientifique*, 2nd series, tome ix, p. 1022.

¶ Ludwig's *Archives*, 1869, pp. 144, and 145.

were injected into the veins, the amount both of oxygen and carbonic acid rose greatly, showing that these acids underwent combustion with great facility. Glycerine also undergoes combustion readily. Now, Bernard finds that, as the sugar disappears from blood, its place is taken by lactic acid\*; and, as Du Bois-Reymond has shown, an accumulation of sarcolactic acid in muscles occurs after they have been kept in action.† Muscles after death acquire an acid reaction by the formation within them of lactic acid from sugar or glycogen which they contain; and, when added to a solution of grape-sugar, they will cause the formation of acid in it also. That this conversion of sugar into lactic acid is due to a ferment, is shown by the close correspondence between it and other processes of fermentation‡. Thus, if the blood be heated so as to destroy the ferment, the sugar will remain unchanged; and Blix and his scholars have shown that quinine and other substances, which lessen fermentation, likewise diminish the production of acid in blood. Bernard has also demonstrated that blood, like other ferments, acts more rapidly on glucose than levulose; whereas alkalies, to which the destruction of the sugar in the blood was long attributed, act more rapidly on the latter kind of sugar than on the former.

The interesting experiments of Schulzen show more clearly than any others how sugar is decomposed in the body. A year or two ago, he found that, in animals poisoned by phosphorus, the processes of oxidation are arrested in the organism, but those of decomposition by ferments go on.¶ In such animals, urea disappears from the urine, and is replaced by leucine and tyrosine, which, in the healthy organism, are converted into urea.\*\* No sugar appears in the urine, but a kind of lactic acid is found in quantities exactly proportional to the amount of sugar afforded to the animals by their food. This kind of lactic acid agrees exactly in its properties with the aldehyde of glycerine, and Schulzen considers the two bodies to be identical.†† He thinks that, in the normal condition, sugar is split up by the action of a ferment into this glycerin-aldehyde and glycerine in the manner indicated in

\* Bernard, *Revue Scientifique, and autres*, tome IV, p. 1159.  
 † Du Bois-Reymond, *Journal für Chemie*, 1859, vol. 18, p. 233.  
 ‡ Bernard, *op. cit.*, p. 1159.  
 § Some time ago I tried to separate this ferment from muscles by Von Wittich's method, by glycoline, but was only partially successful.  
 ¶ Bernard, *Leçons au Collège de France*, tome I, p. 239.  
 \*\* Schulzen and Rinn, *Ueber acute Phosphorvergiftung*, Separatabdruck aus den *Annalen der Chemie*, Band 9.  
 †† Schulzen and Nesch, *Zeitschrift für Biologie*, vol. VII, p. 184.  
 ‡ Schulzen, *Beilage Klinische Wochenschrift*, 1871, No. 13, p. 417.

the following formula: Glucose  $C^6H^{12}O^6 + \text{Hydrogen } H^2 = \text{Glycerin-aldehyde } C^3H^6O^3 + \text{Glycerine } C^3H^8O^3$ . When the ferment is absent, as he supposes it to be in some cases of diabetes, the sugar is not split up, and so does not undergo combustion, but is excreted in the urine. In diabetes, the processes of oxidation are not impeded; for the nitrogenous waste products appear in the urine as urea, and not as leucine, as they do when oxidation is impaired in phosphorus-poisoning. The imperfect combustion of the sugar is due, he considers, to the want of ferment which should prepare it for oxidation, and not to the want of oxygen.

In view of these facts, we are, I think, justified in believing that the sugar which is present in the blood becomes converted by the aid of a ferment in the blood, muscles, and probably lungs also, into lactic acid and glycerine; and then undergoes combustion, thus sustaining the temperature of the body. Supposing, however, that this ferment is deficient, a greater or less proportion of the sugar will not undergo conversion into acid, and will then remain unconverted, as in Ludwig and Scheremetjewski's experiment.\* Unless the combustion of that quantity of sugar which does undergo transformation with the aid of fat, etc., be sufficient to sustain the temperature of the body, it will fall more or less below the normal; and this is actually what we find in a considerable number of diabetic patients. The muscular weakness which is observed in them is just what we would expect from the muscles being unable to make full use of the sugar which ought to supply them with energy for their work, though it is not improbable that excess of sugar in the blood may itself cause muscular fatigue. Whether this be the true explanation of their weakness or not, it is difficult to say; for we do not yet know how it is that chemical action is transformed in muscle into mechanical work; nor are we acquainted with the manner in which oxygen is stored up during the hours of rest, in order to be expended during the time devoted to labour. Whenever we do learn this, we shall gain a deeper insight into diabetes; for Pettenkofer and Voit have found that patients afflicted with this disease have not the power which a healthy man possesses, of absorbing more oxygen during the night than they need at the time, and using it up during the day. They are thus obliged to work as if it were from hand to mouth, and are incapable of any great exertion.

The formation of lactic acid depends on the sugar as well as the

\* Ludwig and Scheremetjewski, *op. cit.*, p. 141; Schulzen, *op. cit.*

ferment, and it is quite possible that the former may be in fault as well as the latter. I have already mentioned that different specimens of glycogen are acted upon by ferments with varying degrees of facility; and it would seem to be the same with sugar even when derived from similar sources, for Bernard, when arranging the different sorts according to the ease with which they are destroyed in the body, ranks sugar obtained from the liver above diabetic sugar.\*

The destruction of sugar probably goes on in the blood, brain, glands, etc., as well as in the muscles, but to a much less extent. In order that the sugar in the blood may be destroyed in the muscles, however, it must pass into them. Now, very little blood circulates through muscles when they are at rest, but the flow is much increased when they become active. More sugar will thus be carried to them and destroyed; but, as I have already mentioned, muscular exertion raises the blood-pressure, and increases the circulation in the liver and the formation of sugar in it, so that the balance is maintained. We can readily see that, if the liver go on producing sugar, and it be not destroyed in the muscles, it will accumulate in the blood, and at last appear in the urine. This, I believe, takes place in animals paralysed by woorara. Bernard thinks that the glycosuria produced by this poison, and also by large doses of morphia, is not due to their action on the muscles, but is to be ascribed entirely to their causing paralysis of the hepatic vaso-motor nerves and increased formation of sugar in the liver. I believe that woorara does exert this action; but the glycosuria is not due to it alone, but to its effects on the muscles also. My belief is founded on the experiments of Dock†; and, to make the grounds of it more intelligible, I shall shortly give the results of his research. 1. When rabbits are starved, glycogen disappears from the liver. 2. In such rabbits, puncture of the fourth ventricle does not produce diabetes. 3. After a few injections of cane-sugar into the stomach of starved rabbits, glycogen reappears in the liver. Injections of water, albumen, or fat, have not this effect. 4. If the fourth ventricle be punctured before the injection, no glycogen appears in the liver, and no sugar is found in the urine. 5. Poisoning by woorara produces diabetes in starved rabbits, although puncture of the fourth ventricle does not. 6. After poisoning by woorara, injections of sugar into the sto-

\* It is possible that this may be due to the sugar from diabetic urine consisting sometimes of a mixture of sugar derived from the liver, and sugar absorbed from the intestines.

† Dock, *Pflüger's Archiv*, vol. v, p. 371.

mach do not produce glycogen in the liver; but sugar is abundantly found in the urine.

I must also mention that Weiss\* has discovered that a considerable amount of glycogen remains in the muscles of starved animals after it has completely disappeared from the liver; and they retain their muscular activity as long as it is present in the muscles. The explanation of these results is by no means difficult. Indeed, it would have been easy for any believer in Bernard's theory of the causation of diabetes by puncture of the fourth ventricle, to foretell that it would not induce glycosuria in animals when their livers contained no glycogen; for, this being absent, no increase in the hepatic circulation could increase the formation of sugar. When the puncture is made, and the hepatic vessels are consequently dilated before cane-sugar is injected into the stomach, no glycogen is found in the liver; for it is converted into sugar, and washed away by the blood as soon as it is formed. It does not appear in the urine, for it is used up by the muscles as quickly as it is absorbed from the intestines. When the animals are poisoned by woorara, there is no accumulation of glycogen in the liver, for the poison paralyses the hepatic vessels, and thus produces the same effect as puncture; but it also prevents the muscles from using up the sugar, which therefore appears in the urine.

The occurrence of sugar in the urine of starved animals after woorara-poisoning must be due to the glycogen in the muscles undergoing conversion into sugar, and its transformation being arrested at this stage, instead of changing into lactic acid and glycerine, and undergoing combustion as it ought to do.

There are some other substances, such as nitrite of amy† and nitrobenzol‡, which probably cause diabetes chiefly by arresting the decomposition of sugar, although they may also act on the liver.

Since sugar has to be converted into lactic acid before it is burned off, and it is not improbable that the amount of this conversion is more or less regulated by the demand, we would not unnaturally expect that the injection of easily combustible organic acids into the blood, by preventing the combustion of sugar, might lead to its accumulation in the blood and its appearance in the urine. And such, in fact, is the

\* Weiss, *Sitzungsberichte der Wiener Academie*, vol. lxi, p. 261.

† Ganges and Rutherford, quoted by Bruston in *Sanderson's Handbook for the Physiological Laboratory*, p. 251; and Hoffman, Krichers and De Bois-Reymond's *Archiv*, 1879, p. 746.

‡ Ewald, *Centralblatt der Medicinischen Wissenschaften*, 1873, p. 19.

case. According to Eckhard,\* sugar appears in the urine of a rabbit after the introduction into its veins of carbonate, acetate, succinate, or valerianate of soda; and G. Goltz† noticed it after putting lactic acid into the stomach of the same animal.

To recapitulate shortly what has already been said: The liver has two functions—1, that of taking up the sugar which it receives from the intestines, and converting it into glycogen; and 2, that of forming sugar again from glycogen. The muscles probably possess three functions. 1. They take up sugar from the blood and convert it into glycogen. 2. They form sugar again from this glycogen. 3. They change both the sugar they form and the greatest part of that which they receive from the blood into lactic acid and glycerine, which undergo combustion. Diabetes may arise—1, from increased formation of sugar, due to (a) excessively rapid digestion of starch or sugar; (b) to failure or imperfection in the glycogenetic function of the liver, and possibly to some extent also of the muscles; (c) to increased transformation of glycogen into sugar, due to accelerated circulation through the liver, or a larger proportion of ferment in the organ or the blood. The circulation may be quickened either by increase of the general arterial pressure or by dilatation of the vessels of the liver, and especially of the hepatic artery. Increased blood-pressure may be due to muscular exertion, such as occurs in epilepsy, or to contraction of the arterioles, such as is caused by impeded respiration, exposure to cold, cholera, and Bright's disease. The hepatic vessels may be dilated reflexly by irritation applied to the vagus, either at its ends in the lungs, liver, or intestines, in its trunk, or at its roots in the medulla, or to the cerebrum, cerebellum, pons, and probably some of the sympathetic ganglia. They may also be dilated, and the current in them accelerated, by section of their vaso-motor nerves at any point between the medulla and the liver, provided that the intestinal vaso-motor nerves are not also divided, and the supply of blood so much diminished that no increase in the hepatic circulation follows the section. Increased formation may also occur in the muscles. 2. Diabetes may also arise from *lesened combustion*, due either (a) to insufficiency of the ferment which should convert the sugar into lactic acid and glycerine, (b) to an altered quality of the sugar which enables it to resist the action of the ferment, or (c) to diminished circulation through the muscles preventing the sugar from coming sufficiently into contact with the ferment.

\* Eckhard and Kula, *Festschr. medicinisch-berufliche Presse*, Feb. 1873, p. 113.  
† G. Goltz, *Centralblatt für die Medicinischen Wissenschaften*, 1879, p. 705.

DIAGNOSIS.—We now come to the somewhat difficult task of trying to distinguish between the cases of diabetes depending on these different causes; and this, I am afraid, I can very imperfectly perform. I have already mentioned that too rapid digestion of starch and imperfect glycogenesis in the liver would both give rise to glycosuria, occurring after meals, and arrested by abstinence from starch and sugar; but diminished combustion might lead to a somewhat similar result. In the latter case, however, the temperature would probably be below the normal, and in the former would not. The appearance of the patients, too, as Harley\* points out, is very different. When the diabetes depends on diminished combustion, they are weak and emaciated, while in diabetes from increased formation of sugar, they are often ruddy and plump. Diabetes depending on increased transformation of glycogen in the liver will go on, even though an exclusively flesh-diet be employed, and may thus be distinguished from diabetes depending on imperfect glycogenesis. If it be due to increased transformation alone, and there be not at the same time diminished destruction of sugar, the temperature will not be below the normal. A temperature below the normal may be regarded as indicating that combustion of sugar is imperfect; but it by no means signifies that the disease is due to this cause alone,† for at the same time there may be other conditions present which cause increased formation of sugar. Supposing that, the temperature being normal, we find that sugar continues to appear in the urine although the patient has been restricted to a diet of flesh alone, and we have thus determined that the diabetes is due to increased transformation in the liver, the next question is, On what does this depend? Is it due to increased blood-pressure, or to dilatation of the hepatic vessels? A general rise in the blood-pressure may be readily detected by the combined use of the stethoscope and sphygmograph. The tracing taken by the latter instrument will show an oblique rise and slow descent of every pulse-wave. Such a tracing indicates high pressure, if the cardiac sounds be at the same time loud. A similar form may be obtained when the heart is feeble, although the blood-pressure is not above the normal; but the cardiac sounds will then be feeble also. If there be no rise in the general blood-pressure, we may suspect dilatation of the hepatic vessels; but it will be difficult to discover the cause of it. We must

\* George Harley, *The Urine and its Derivatives*, p. 240.

† Rosenstein, *Virchow's Archiv*, xii, 1858; and Harley, *op. cit.*, second edition, p. 265.

bear clearly in mind the various afferent and efferent nerves, irritation or paralysis of which may cause glycosuria, and localise the lesion as best we can by other symptoms which may point to one part or another. Thus, if we find glycosuria coming on in a phthisical patient, we may suspect irritation of the pulmonary branches of the vagus by the tubercle to be the exciting cause; while intestinal irritation, or impaired mental or motor functions, will direct our attention to the abdominal branches of the vagus, or to the cerebrum and cerebellum. A history of ague will induce us to consider whether the source of irritation may not be in the nerves of the liver or spleen. One would expect that certain aneurisms of the subclavian artery, by stretching and paralyzing the fibres forming the annulus of Vieussens, would cause glycosuria; but I am not aware of any cases of this sort.

**TREATMENT.**—The indications for treatment in diabetes are 1, to lessen the production of sugar; and 2, in cases where its combustion is imperfect, to aid its transformation, and to supply easily combustible materials, so as to sustain the temperature of the body and impart muscular strength.

The reason for lessening the production of sugar is that, when an excess of it is present in the blood, it causes dryness of the mouth, thirst, and discomfort, symptoms which disappear when its quantity is reduced. In order to effect this, all articles of food containing starch or sugar should be excluded from the patient's diet. Thus, no sugar at all will be formed in the intestine, any glycosuria depending on imperfect glyco-genesis will disappear, and the treatment will also constitute a means of diagnosis. At the same time, less glycogen will be formed in the liver, for a diet of meat does not afford nearly so much material for it as one containing starch or sugar. Thus glycosuria, depending on increased transformation of glycogen in the liver, will also be diminished.

The patient must be supplied with a diet consisting of nitrogenous food, such as butcher-meat, fish, eggs, and soups. Fat (which does not contribute in the least to the formation of sugar) may be given in all its forms, such as cream, butter, cheese, and oil. Spinach, lettuce, and cresses may be freely used, but celery and radishes only sparingly; while potatoes, carrots, parsnips, turnips, peas, French beans, cabbage, Brussels sprouts, cauliflower, broccoli, asparagus, sea-kale, and fruit of all kinds, both fresh and preserved, should be avoided, with the exception of nuts and almonds. Instead of bread, the patient should take either the gluten-bread supplied by Bonthron, 106, Regent

Street, and Van Abbot, 5, Princes Street, Cavendish Square, or the bran- or almond-biscuit prepared by Blatchley, 561, Oxford Street.\* Dr. W. Richardson strongly recommends† that the change from an ordinary to a restricted diet should be made very gradually, lest the patient become disgusted with his food. Rather than produce this injurious effect, it is better to relax the diet and permit him to eat sparingly of bread made of whole meal, or even of white bread toasted and potatoes. In the case of diabetes which depends on imperfect glyco-genesis, the restricted diet will be sufficient to prevent the appearance of sugar in the urine. Should it still continue notwithstanding the adoption of this regimen, the circulation in the liver must be reduced as much as possible. For this purpose, the blood-pressure should be reduced, and the blood should be drawn to the surface of the body by warm clothing and warm baths. The Turkish bath should be used occasionally. Bleeding is not likely to be employed now as a means of lowering the blood-pressure, but Lefèvre records a case in which diabetes was cured by its use conjointly with that of warm baths.‡

It is very difficult to determine the point at which the irritation is situated on which reflex dilatation of the hepatic vessels may depend, and even if we could localise it, we might be unable to remove it. We therefore direct our attention rather to the nervous centres, through which the irritation is reflected to the liver; and, by lessening their excitability, we diminish its power over the hepatic vessels. The two remedies which are most serviceable for this purpose are opium and its alkaloid, codeia. Bromide of potassium and atropia, which might be expected to be useful, have been found of no service by Kretschy and Dacheh.§ Half a grain of opium may be given three times a day to begin with, and the dose gradually increased||. Codeia, an excellent

\* An excellent diet-table from which this has been taken is contained in Parry's work on Diabetes, 2nd edition, p. 265.

† Richardson on Diabetes, p. 50.

‡ Lefèvre, *Magnan's Journal*, 1844, p. 365.

§ Kretschy, *Wiener Med. Wochenschr.*, 1873, No. 3 and 4.

|| I am not aware that the effect of opium in lessening the reflex dilatation of the hepatic vessels, which otherwise would occur when the central end of the vagus is stimulated, has ever been shown by direct experiment. Bernard has demonstrated the power of anaesthetics, such as chloroform, to lessen reflex dilatation of the vessels of the salivary glands (*Revue des Cours Scientifiques*, 1859, vi, page 313). Without being aware of his observations, I discovered, two years ago, that opium did so likewise. I was engaged in demonstrating to a class the functions of the various nerves connected with the submaxillary gland. The dog on which I was operating was deeply anaesthetized with opium; and, having exposed the nerves in presence of the class, I explained to them that, when I irritated the gustatory nerve by a galvanic current, the stimulus would be conveyed to the nerve-centre and cause reflex dilata-

remedy, which we owe to Dr. Favy, may be given in doses of a quarter to half a grain three times a day at first. My friend, Dr. Image, of Bury St. Edmunds, informs me that in one case he began with half a grain three times a day, and increased the dose by half a grain every four days, till the patient was taking five grains three times a day. The sugar then disappeared from the urine, but the treatment was continued for some time longer. About a year after, mental anxiety again brought on the disease, and five grains of codeia were at once given twice a day. This did not prevent the appearance of sugar in the urine, but it disappeared on the administration of five grains three times a day.

Excellent results have been obtained by Kratschmer from the use of morphia, the sugar disappearing completely from the urine, and the nutrition of the patient being greatly improved.\* Harley recommends conia or cannabis Indica, and has seen great benefit derived from a combination of conium, cannabis, and hydrocyanic acid.†

In certain cases, quinine proves extremely serviceable; and, whenever there is a history of exposure to malaria, it ought to be tried. Blumenthal‡ narrates a case of diabetes occurring in a man frequently troubled with migraine, and of a very nervous temperament. The sugar was slightly lessened by a meat diet and the use of Carlsbad water, but the benefit was but slight, and the disease resisted codeia, arsenic, lactic acid, tannin, iron, and glycerine. Under the use of eleven and a half to thirty grains of quinine daily, the quantity of urine diminished; its specific gravity decreased; the thirst became less troublesome; the albumen, which had previously occasionally appeared in small quantities, entirely disappeared; and the nervous affections rapidly improved.

Several years ago, Salkowsky§ discovered that the livers of animals poisoned by arsenic contain no glycogen, and that it is impossible to produce diabetes in such animals either by puncture of the fourth ventricle or by curare. He therefore proposed arsenic as a remedy in dia-

tion of the vessels of the gland, and a flow of saliva from its ducts. I then applied the irritation, but, to my surprise and disgust, not the slightest effect was produced. No change took place in the vessels, nor did the slightest trace of saliva issue from the duct. The opium had completely paralysed the nerve-centre, through which the effect was to be produced, and rendered the irritation fruitless.

\* Kratschmer, *Wien Acad. Sitzungsberichte*, 1870.

† George Harley, *On the Urine*, 2nd edition, pp. 260 and 261.

‡ Blumenthal, *Berliner Klin. Wochenschrift*, 1873, No. 13.

§ Salkowsky, *Centralblatt für die Medicin. Wissenschaften*, 1865, p. 756.

betes. From this recommendation, Leube\* gave it to the extent of one-third of a grain daily with good effect.

Devergie and Foville, junior,† have also employed it with advantage. They were induced to do so by observing the diminution in the quantity of sugar which it produced in a case where it was administered for prurigo occurring in a diabetic patient. They begin with one drop of Fowler's solution twice a day, and gradually rise to twelve or fifteen drops, occasionally diminishing the dose, or stopping it altogether, as the symptoms seem to require.

Alkalies were proposed as a remedy for diabetes by Mialhe‡ nearly thirty years ago, on the supposition that they would accelerate the decomposition and combustion of sugar in the organism. They frequently do prove very beneficial, but it is not certain that they increase the combustion of sugar. It is quite possible that they do so; but, at any rate, the experiments of Lomikowsky§ seem to show that they lessen the production of sugar by diminishing the quantity, or preventing the action, of the diastatic ferment by which glycogen is transformed into sugar. This author finds that, when bicarbonate of soda is given to dogs for some time, little or no sugar is found in their livers, even when they have lain for several hours after death. They contain glycogen, and therefore the absence of sugar must be due to want of ferment. Livers taken from other healthy dogs, which had got no alkalies, always contained much sugar when allowed to lie in the same way. Lomikowsky's conclusion is confirmed by the experiment of Pavij||, who found that the previous injection of carbonate of soda into the circulation prevented the appearance of sugar in the urine after removal of the superior cervical ganglion. A convenient way of giving alkalies is in the form of Vichy and Carlsbad waters. These seem to be more beneficial when the patient visits the springs than when he drinks them at home, probably because he is thus induced to take exercise, the use of which we shall presently see. The Vichy waters are purely alkaline, but the Carlsbad waters are purgative also, and are therefore to be preferred when any tendency to constipation exists. When the destruction of sugar is defective, we may endeavour both to increase it, and to supply easily combustible materials to the body in place of those products of the decomposition of sugar which normally serve as fuel to the organism.

\* Leube, *Deutsch. Archiv für Klinische Medicin*, 1866, vol. v, p. 372.

† Gazette Médicale de Paris, 1850, No. 22.

‡ Mialhe, *Annales de Chimie*, 1844, 46, 10, 1000 xli, p. 130.

§ Lomikowsky, *Berliner Klin. Wochenschrift*, Oct. 6th, 1873, p. 475.

|| Favy, *De Diabete*, 2nd edition, p. 176.

Several months ago, I attempted to increase the decomposition of sugar in diabetics by supplying the ferment which I supposed to be wanting. Since sugar is probably decomposed chiefly in the muscles, the ferment which splits it up is probably contained to a much greater extent in them than in any other part of the body. By giving the patients raw meat, we may hope that the ferment contained in it will be absorbed from the intestine into the blood, and there act on the sugar. It is necessary that the meat be given raw, for the heat to which meat is exposed in cooking completely destroys all ferments. The patients on whom I tried this plan of treatment were under the care of Drs. Black, Andrew, and Duckworth; and I take this opportunity of expressing my thanks to these gentlemen for the readiness with which they afforded me the means of making observations, and their kindness in supplying me with every facility, as well as to Messrs. Russell and Sawtell for the assistance they rendered me. The meat was finely chopped up in a sausage-machine, mixed with pepper and salt, and was either spread upon bread and butter, German fashion, or was made into a paste with bread and milk. Shortly after I began the treatment of one case, I learned from Dr. Duckworth that it had been tried empirically with complete success by the captain of a merchant vessel, who had prescribed for himself. In the cases treated in the hospital, however, no cure was effected, although in certain of them there was some temporary benefit. In order to increase the oxidation, iron may be administered; and I find a combination of perchloride of iron with hydrochlorate of morphia and spirit of chloroform very satisfactory.

As a great part of the sugar is probably broken up in the muscles by the action of a ferment, it is in the highest degree desirable that it should be brought as much as possible into contact with them. For this purpose, the circulation of the blood in which the sugar is contained must be increased as much as possible through the muscles, by making the patient take active exercise despite the languor of which he complains. Dr. William Richardson,\* who himself suffered from diabetes, says, in his excellent work on this disease: "Ten years ago, when I was first seized with an acute attack of diabetes, which threatened soon to end fatally, I became so weak, and had so little muscular power, that I could not walk a hundred yards without great fatigue. The muscles of my legs were so powerless, that I fell two or three times; and, in going down the slightest slope, I had to pay unusual attention to my legs, or I was sure to fall. I began to take exercise

\* Richardson, *On Diabetes*, p. 91.

regularly two or three times a day; wet or fine, I took it. Gradually, I gained strength, so as to be able to walk five or six miles a day without fatigue. I now regularly walk from three to five or six miles a day." He also gives the case of a gentleman who derived but little benefit from a meat diet, Vichy water, iodide of potassium, or liquor arsenicalis, till he exchanged his sedentary life for active exercise, when his symptoms rapidly improved, and he soon recovered perfect health. The advice which Dr. Richardson gives regarding exercise seems to me to be so good, that I take the liberty of quoting it. "The exercise should be regularly sustained day by day, even in wet weather it should not be intermitted; of course, great care should be taken against wet feet, and the shoes or boots ought to be changed in wet weather on returning home; it should never be carried to real fatigue; a feeling that exercise has been taken is the most that should be felt. To carry into effect regular and sustained daily exercise requires great moral courage and energy, the languor and feeling of weakness are so great; but, if the exercise be only carried out patiently and perseveringly, the task will become not only more and more easy, but soon no longer a task, but positively a pleasure."

Easily combustible material may be supplied to the body in the shape of lactic acid, glycerine, cod-liver oil, cream, etc. As has already been shown, the two former are likely to be of little use in cases of diabetes depending on increased transformation alone, and not on diminished combustion; glycerine being even hurtful, and lactic acid able to induce the disease in animals.

Lactic acid may be administered in doses of from fifteen minims to a drachm; but, instead of giving it alone, I should prefer to give it in the form of lactate of soda, as a double benefit would be thus obtained. The organic acid, as we have already seen, is burnt off when combined with soda, and the salt is converted in the blood into a carbonate; and in this way we get the benefit which is often obtained by an alkaline treatment. The form in which I always recommend it, however, is that of buttermilk, as this quenches the thirst, supplies food, and also contains a ferment which, if absorbed, may be useful in aiding the conversion of sugar into lactic acid within the body. I am inclined to attribute the benefits occasionally derived from the use of skimmed milk to its possessing similar properties to buttermilk; but I consider the latter superior. When it is allowed to become very sour, and all its milk-sugar has been converted into lactic acid before it is used, it would probably be still better. I first heard of the use of sour buttermilk from an old woman in the country many years ago. She was loud in her praises



of its efficacy in wasting diseases, and had striking cases to narrate by way of illustration. The manner of employing it which she recommended was to put the buttermilk into a large vessel, and add a fresh quantity every few days to replace what was drunk. The vessel was not to be washed out, so that a little of the old and sour milk always remained and quickened the formation of acid in each new addition. I have never used it in this way; but, if I were living in the country, I should certainly give this plan a trial. I find that in London it is exceedingly difficult to obtain buttermilk at all.

Glycerine is strongly recommended by Schultzen\* as a substance which readily undergoes combustion in the body. He finds that, when a patient is placed on meat diet, the sugar disappears from the urine, and the thirst is no longer felt; but the nutrition remains indifferent. When glycerine is given at the same time, the muscular weakness diminishes, and the patient rapidly improves. He gives about half a fluid-ounce to a fluid-ounce and a quarter by measure (20 to 50 *grammes* by weight) of glycerine, with about 80 grains (5 *grammes*) of tartaric or citric acid in rather less than four pints of water daily. The patient drinks it from time to time instead of plain water. If the quantity of glycerine be increased to about an ounce and a half (60 *grammes*), there are sometimes nausea and diarrhoea. If the patient be not very thirsty, the glycerine may be given in one-half or one-quarter the quantity of water. If Schultzen's theory of the decomposition of sugar be correct, a combination of glycerine, or lactic acid, or some buttermilk, along with a meat diet ought to yield very satisfactory results. Pavy found that glycerine increased the quantity of sugar passed by a patient, and made him thirsty. He gave it in doses of ten ounces a day, and the unsatisfactory result he obtained is probably due to the quantity being so large; for the glycerine, being more easily combustible than the sugar, appears to have prevented its decomposition, and thus allowed it to accumulate in the blood. This case of Pavy's indicates to us that, where diabetes depends on the formation of sugar being increased without its combustion being diminished, we need not expect to benefit our patients by supplying them with easily combustible foods, such as lactic acid and glycerine. We need, therefore, hardly try these remedies, except when the temperature of the body is low, as ascertained by the thermometer, or by the feelings of the patients, who complain of cold, and like to be constantly near the fire or covered with warm clothing.

\* Schultzen, *Berliner Klinisch. Wochenschrift*, 1871, No. 35.

*P. Parker  
With the author's great respect  
and thanks*

## ON THE URINE OF THE INSANE :

### A Contribution to Urology.

By ADAM ADDISON, L.R.C.P. & S. Ed.,  
RESIDENT MEDICAL OFFICER, MONTROSE ROYAL LUNATIC ASYLUM.

(Reprinted from the *British and Foreign Medico-Chirurgical Review*  
for April, 1865.)

## ON THE URINE OF THE INSANE.

Most of our knowledge of the chemistry of the urine in insanity appears to be derived from a paper on this subject published by Dr. Sutherland in the 'Medico-Chirurgical Transactions of 1855.' The conclusions arrived at by the author of that essay were the following:

1. A plus quantity of phosphates exist in the urine in the paroxysms of acute mania.

2. A minus quantity exists in the stage of exhaustion of mania, in acute dementia, and in the third stage of general paralysis of the insane.

3. The plus and minus quantities of the phosphates in the urine correspond with the quantitative analysis of the brain and of the blood, for a plus quantity of phosphorus is found in the brain, and a slight excess of albumen in the blood of maniacal patients, and minus quantities of phosphorus and albumen are found in the brain of idiots, and a minus quantity of albumen in the blood of paralysis of the insane.

4. The plus quantity of phosphates in the urine of acute mania denotes the expenditure of nervous force, and is not a proof of the existence of acute inflammation in this disease.

Unfortunately, the method of investigation adopted by Dr. Sutherland was not such as to give reliable results. It was the old and now obsolete one of determining only the per-centage amounts of the urinary constituents without reference to the quantity of urine passed in a given time. No doubt it is true that, as Dr. Sutherland expresses it, there is a plus quantity of phosphates in one thousand grains of the urine of a maniacal patient as compared with the amount found in the same measure of urine passed in the normal state; but then the patient in acute mania may be voiding from ten to twenty ounces only in the twenty-four hours, whilst in health he excretes from fifty to eighty; consequently it may happen that, after recovery, with a greatly diminished per centage of phosphates, he actually excretes a larger quantity than during the maniacal paroxysm. I think, therefore, that the whole subject stands in need of revision.

The mode I have adopted has been to collect the whole urine passed in twenty-four hours for three or more successive days, and to ascertain by analysis the absolute amounts of certain of its constituents excreted during that time. Dr. Sutherland refers to the impossibility of collecting all the urine during mania; but it is my experience that there are many cases where this can be done.

By careful attention on the part of the night attendant, and by placing a special nurse with the patient during day, I have perfectly succeeded in obtaining all that has been passed; and I can confidently declare that the quantities I have given are correct. In acute cases which have recovered, I have always compared the urine of the abnormal state with that of the normal, because the individual healthy standard must always be more correct than the average of a number of cases. In dementia and melancholia, where such a comparison has been impossible, I have adopted two methods. Firstly, I have compared the quantities voided under such conditions with those passed by healthy men and women, irrespective of age and weight; and, secondly, I have found the amounts excreted by 1 lb. avoirdupois of body weight in twenty-four hours, and contrasted them with the normal standard ascertained in the same way.

In order to facilitate this comparison, I will give in the following table, made up from Dr. Parkes's book, "On the Urine," the amounts of those constituents which I have made the subject of examination; first, as they are excreted in health (age and weight indifferent); and, second, according to a definite weight of body:

Constituent.	Males.				Females.			
	Min. amount.	Mean.	Maximum.	1 lb. excretes in 24 hours in grs.	Min. amount.	Mean.	Maximum.	1 lb. excretes in 24 hours in grs.
Chloride of sodium . . . . .	177.0	—	—	—	—	—	—	—
Urea . . . . .	247.1	512.4	885.4	2.23	—	309.0	—	2.56
Phosphoric acid . . . . .	14.73	48.80	79.80	0.238	—	66.2	—	0.664
Sulphuric acid . . . . .	17.34	31.11	41.14	0.214	—	30.2	—	0.25

Dr. Parkes points out that in the women the phosphoric acid is probably set down as too great in consequence of the small number of cases taken for the average. In seven women, after recovery, I found the minimum of phosphoric acid to be 22 grs., the mean 35.66 grs., and the maximum 61.90 grs. The range above and below the mean of the chloride of sodium is very great, from 30 to 60 per cent. Parkes observes that "the limits of variation above and below the mean excretion, according to weight, are certainly considerable. If we compare two persons we find that one may excrete in twenty-four hours only 0.350 grammes (Becke in one series), and another 0.529 grammes of urea to each kilogramme; and variations as great occur in the other ingredients. Also, in the same person the amount of urea excreted by each pound weight of the body at different times varies rather largely (even occasionally as much as 20 per cent.), so

that certainly we must allow a wide range of mean, maximum, and minimum excretion above and below the mean recorded in the table. In the other ingredients the maximum and minimum excretion of each pound weight is even greater than in the case of the urea."

The mode of chemical analysis adopted was the volumetric. The chloride of sodium and the urea were found by Liebig's method with solution of persulphate of mercury, the phosphoric acid by a graduated solution of uranium, and the sulphuric acid by ascertaining the neutral point after precipitation with baryta. The results are expressed in English ounces and grains, as being more easy of comparison than the French measures.

*Cases of Mania.*—The urine was collected in the following cases as they were admitted, and generally when the maniacal paroxysm had become fully developed. A special attendant was placed with the patients, otherwise they were subjected to no restraint, and were allowed the freedom of the ward. The cases are mostly women, because I found that the female attendants were more careful than the male in attending to the proper collection of the urine. In young cases, and at the commencement of a maniacal attack, it is generally not difficult to obtain the whole urine passed; and it is only after the system has lost its tone that dirty habits set in. None of the cases required to be artificially fed. As regards diet, it was good, and in sufficient quantity, and was the same for all. It is not, however, an easy matter to determine with certainty the connexion between the dietary and the urine in insanity, for it is seldom that the full quantity is taken by maniacal patients:

I. Ann F., aged twenty-two. Feb. 5-8, 1864.—Is maniacal, sleepless, and violent in her conduct; shouts, gesticulates, and talks incoherently; bodily condition fair; pulse 100, small; takes food moderately well.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	14.0 oz.	1039	28.58	216.41	22.94	13.62
2	20.5	1026	50.82	251.12	24.75	13.19
3	17.5	1026	40.83	193.95	18.09	12.57
Total	52.0	1027	119.23	661.48	65.78	39.38

March 25-20, 1864.—Has quite recovered; works regularly; health fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	55.25 oz.	1016	54.78	483.43	26.72	29.77
2	43.50	1017	41.86	478.78	25.69	23.44
3	55.50	1017	61.51	663.98	27.77	33.53
Total	154.25	1016	158.15	1622.79	80.18	86.44

In this case the urine was collected during a fully developed relapse

of acute mania. It will be seen that the urinary constituents excreted after recovery are greater than those voided during the maniacal paroxysm. In the totals the average specific gravity is given, and the same will be continued throughout these cases.

II. Christiana M., aged thirty-four. March 15-18, 1864.—Is maniacal, restless, sleepless, and destructive to her clothing; talks incoherently; pulse 90; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	14.0 oz.	1026	28.68	245.90	19.11	5.03
2	21.5	1022	54.55	344.89	16.85	7.40
3	19.5	1015	20.97	294.98	10.73	5.83
Total	55.0	1021	104.10	795.77	46.69	18.53

April 5-8, 1864.—Recovered; no change as to bodily health.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	74.0 oz.	1015	53.45	453.25	35.79	28.80
2	64.5	1013	56.43	327.43	24.82	14.48
3	59.5	1015	78.09	503.27	35.72	21.38
Total	198.0	1014	188.07	1313.95	96.33	64.66

This was a case of puerperal mania. Its most remarkable feature is the small amount of sulphuric acid excreted in the maniacal state; otherwise it agrees with the first case.

III. Agnes S., aged forty-five. Feb. 23-26, 1864.—Very excited; dancing, singing, and talking incoherently; bodily condition rather emaciated; pulse 96.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	21.0 oz.	1039	61.25	312.97	20.61	19.93
2	14.5	1031	16.91	215.68	16.91	8.79
3	36.5	1022	29.62	412.58	24.68	21.17
Total	72.0	1027	107.78	940.23	63.20	49.29

May 2-5, 1864.—Quite recovered; bodily condition much improved; works regularly.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	40.5 oz.	1020	43.62	395.71	35.12	21.82
2	28.0	1020	40.41	277.06	23.30	14.66
3	49.5	1015	56.99	389.61	30.65	16.30
Total	118.0	1018	140.12	1063.18	88.97	52.78

Urine was collected under the same conditions as in the foregoing cases, and with the same result.

IV. Jane C., aged seventeen. March 26-29, 1864.—She is maniacal, violent, and unmanageable; talks incoherently; bodily condition fair; pulse 108.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	18.5 oz.	1029	29.69	377.79	29.41	23.26
2	9.5	1031	27.79	192.98	9.21	11.23
3	18.5	1039	21.58	294.96	17.56	15.51
4	13.0	1030	15.16	193.37	16.29	7.39
Total	59.5	1030	94.11	1058.11	63.44	57.39

Sept. 10-13, 1864.—Recovered; has grown very stout.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	44.0 oz.	1017	38.50	385.09	28.69	14.48
2	72.5	1011	63.43	507.50	21.41	25.94
3	26.0	1017	30.33	182.00	15.60	11.67
4	86.0	1016	75.25	677.25	43.00	28.31
Total	228.5	1015	207.51	1751.75	118.01	79.50

In this case the difference is still more striking, apparently owing to the increased weight and improved condition of body.

V. Isabella M., aged twenty. March 26-29, 1864.—Conversation is incoherent; she is very confused, restless, sleepless, and untidy; pulse 90; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	6.5 oz.	1032	15.92	120.69	8.10	7.50
2	9.5	1032	27.79	182.98	12.53	9.95
3	13.0	1032	37.91	246.45	15.90	10.24
Total	29.0	1032	80.93	549.90	36.23	27.49

Oct. 1-4, 1864.—Bodily condition improved; conversation correct; behaves quietly, but almost daily has hysterical fits of laughing and crying.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	30.5 oz.	1023	33.36	320.18	21.97	15.97
2	41.0	1021	47.33	465.85	23.71	19.62
3	68.5	1015	59.93	499.47	24.21	13.32
Total	140.0	1019	141.12	1285.50	68.99	48.31

Though this case can scarcely be said to have recovered, it shows that the amounts of the urinary constituents passed are less during mania than after quiescence.

VI. Janet D., aged fifty-seven. Feb. 5-7, 1864.—Noisy; shouting and talking incoherently; pulse 97; bodily condition emaciated.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	22.5 oz.	1019	16.89	183.75	15.75	12.67
2	24.0	1013	9.10	188.33	11.18	6.40
Total	46.5	1016	25.99	372.08	26.93	19.07

Aug. 29-Sept. 1, 1864.—Recovered. Bodily condition improved, but she is still thin.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	62 oz.	1016	86.16	379.75	28.98	15.77
2	71	1015	31.96	414.16	26.03	26.56
Total	133	1015	67.22	793.91	54.96	42.33

The days here are too few, but the case points to the same result as in the others.

VII. Margaret B., aged fifteen. Feb. 8-11, 1864.—Maniacal, sleepless, noisy, and violent; bodily condition good; pulse strong, 98.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	6.0 oz.	1035	19.25	119.25	13.00	7.54
2	25.5	1039	74.57	375.59	39.16	27.48
3	39.5	1039	69.79	379.70	26.33	9.72
Total	52.0	1031	153.41	856.54	78.49	44.74

Patient recovered, and had a relapse.

March 15-23, 1864.—Very violent, noisy, and destructive.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	61.5 oz.	1020	89.68	374.00	62.57	47.88
2	19.5	1032	61.18	255.46	35.77	33.57
3	8.5	1032	8.63	192.90	20.83	12.44
4	17.0	1030	19.83	394.93	27.79	27.99
5	25.5	1030	29.75	531.78	38.27	32.45
6	15.5	1030	18.98	235.08	28.43	13.99
7	11.0	1021	9.92	137.95	13.57	5.59
Total	158.5	1027	226.17	2331.10	227.23	173.61

Aug. 10-18, 1864.—Recovered; grown very stout; works regularly.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	65.0 oz.	1022	69.41	714.00	51.00	23.58
2	44.5	1029	45.43	427.57	34.11	16.62
3	73.0	1019	63.87	851.66	65.55	28.27
4	48.0	1014	35.00	434.00	30.40	16.47
5	75.5	1019	53.59	694.56	46.54	30.80
6	69.5	1018	79.94	587.85	54.48	39.76
7	66.5	1018	58.19	533.28	47.07	24.84
8	74.0	1017	53.95	602.46	43.19	36.56
Total	517.0	1018	459.38	4815.48	372.94	216.89

In all the foregoing cases the urine was collected after the mania had become fully developed, but in this case I had an opportunity of watching the relapse from its commencement; and I believe it affords a very fair illustration of the changes which take place in the urine at the beginning of a maniacal attack, and onwards throughout its course. It will be noticed that during the first twenty-four hours the quantity of the urine was not diminished, and the amounts of the constituents under investigation were larger than the daily average after recovery; but on the second day the quantity of the urine and its constituents fell greatly, in an inverse ratio to the development and intensity of the mania; and this relation was continued throughout the course of the attack. As regards the phosphoric acid, it will be seen that, though the amount passed on the first day is large, still it is not equal to the quantity excreted on the third day in the normal state; and that even with its addition the absolute amount excreted during the mania is still very far below the excretion in health.

VIII. Margaret P., aged twenty-four. Aug. 27-30, 1864.—She is very violent and incoherent in her talk, sleepless, and noisy; bodily condition fair; pulse 86.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	12 oz.	1028	14.09	262.50	17.23	13.65
2	20	1026	20.41	425.83	21.46	27.53
3	15	1025	15.31	299.37	19.25	8.39
Total	47	1026	49.72	987.70	57.94	49.48

Oct. 12-15, 1864.—Excitement is passing away; she is quiet, and works a little, but her manner is excitable and forward; bodily condition not so good as on admission.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	75.0 oz.	1014	54.86	415.62	22.89	17.96
2	45.5	1015	33.17	265.41	17.13	13.61
3	48.5	1015	49.51	268.77	20.62	12.34
Total	169.0	1014	137.54	949.80	60.64	43.91

The second examination in this case was made just as the patient began to convalesce, and at a time when the system had been considerably deteriorated by the previous excitement. It will be seen that the urea and sulphuric acid are less after quiescence than during the paroxysm, but that the chloride of sodium and phosphoric acid are higher. This case presents a comparison of the amounts excreted during mania and during the depression immediately following, and it will be seen that the quantity of phosphoric acid is greater in the latter condition. I cannot doubt that, after the system has recovered its tone, the excretion of all the elements will be much increased.

IX. Elizabeth A., aged forty. June 15-18, 1864.—She is maniacal, sleepless, violent, and incoherent in her talk; bodily condition fair; pulse 93.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	23.5 oz.	1032	24.27	562.41	41.15	32.36
2	14.0	1034	20.41	306.25	25.45	22.90
3	14.5	1032	21.14	351.92	23.70	23.88
Average	17.3	1032	25.27	406.56	30.10	26.08

This case has not recovered; but a comparison of the results with the average healthy excretion in women will show that the quantity of urea is higher, the sulphuric acid about normal, and the chloride of sodium and phosphoric acid below the mean.

As all the foregoing cases were marked by symptoms of great violence and intensity, I shall now give some instances of a milder form.

X. George E., aged forty-three. Feb. 20-23, 1864.—Talks incoherently; is fidgety, restless, and sleepless; bodily condition fair; pulse 91.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	29 oz.	1027	52.32	534.62	29.35	21.81
2	60	1018	61.24	533.35	40.99	23.81
3	51	1024	74.37	639.62	39.95	36.29
Total	150	1023	187.93	2067.57	109.30	101.91

Sept. 13-16, 1864.—Is quiet and well behaved; conversation correct; works regularly; bodily condition improved.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	62.0 oz.	1023	90.41	741.41	49.16	38.97
2	73.0	1018	127.75	702.62	46.23	33.71
3	51.5	1019	92.23	469.58	30.99	23.78
Total	186.5	1025	310.39	1913.61	126.29	96.46

In this case the amounts of urea and sulphuric acid excreted during the mental excitement are greater than after quiescence, while those of the chloride of sodium and the phosphoric acid are larger in the latter condition.

XI. William R., aged thirty-two. June 22-25, 1863.—Is restless and sleepless; makes ridiculous gestures with his features and hands, and caresses fellow-patients; does not speak; bodily condition fair; pulse 96.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	28.5 oz.	1027	20.78	336.62	36.57	19.86
2	32.0	1026	33.44	355.76	33.60	17.67
3	43.0	1024	41.65	575.90	35.00	27.75
4	34.0	1021	29.75	257.33	36.50	17.64
Total	140.5	1024	127.63	1565.21	142.67	82.32

Aug. 25-30, 1864.—Has a lucid interval at present; bodily condition is not improved; does not work.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	58.5 oz.	1020	76.78	494.81	33.15	23.63
2	33.0	1025	49.87	550.83	41.16	34.12
3	44.5	1021	45.43	480.23	27.48	21.31
4	24.5	1030	50.62	350.14	26.13	19.06
Total	160.5	1024	222.70	1876.01	127.92	98.12

In this case the amounts of the urinary constituents excreted during the lucid interval are greater than those passed during mania, with the exception of the phosphoric acid. The cause of this diminution of the phosphoric acid may have been accidental; but, at the same time, it ought to be recollected that a considerable time intervened between the examinations, that the patient had had several maniacal attacks in the interval, that his system had lost tone, and that he was not working.

XII. Ann R., aged sixteen. Sept. 6-9, 1864.—Looks drowsy, complains of pain in head; behaves quietly; laughs and mutters incoherently to herself; pulse 80; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	36.0 oz.	1019	42.99	252.00	14.54	14.54
2	25.5	1020	41.56	224.43	16.20	16.20
3	66.0	1020	56.25	442.75	31.61	31.61
Total	127.5	1019	179.81	919.18	62.35	60.35

Oct. 10-13, 1864.—Sleeps well, works regularly; habits active; has given over muttering and laughing to herself.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	89.25 oz.	1016	78.99	637.76	41.58	40.59
2	73.59	1015	53.59	428.75	32.43	32.90
3	61.00	1015	53.37	382.32	21.56	17.34
Total	223.75	1015	185.95	1449.03	95.57	79.84

This was a very mild case, and it is possible that the symptoms had been subsiding when she was admitted. The excreta are all increased during the convalescent stage.

XIII. Margaret P., aged sixteen. Sept. 5-8, 1864.—Is excited and restless; laughs and giggles when spoken to, and speaks in an excited manner; noisy at night; pulse 73; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	46.0 oz.	1014	46.95	320.18	23.00	11.69
2	22.5	1021	59.96	465.85	15.37	10.10
3	34.0	1017	29.75	499.47	39.69	18.44
Total	102.5	1017	136.76	285.50	69.17	40.23

Oct. 10-13, 1864.—Excitement has disappeared; she is quiet, sleeps well, and works in the sewing-room.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	42.5 oz.	1014	30.89	272.70	16.38	16.53
2	65.0	1011	28.43	341.25	19.84	15.95
3	85.0	1015	49.80	623.43	39.61	28.15
Total	192.5	1013	109.12	1557.38	75.23	60.24

This, like the previous, was a very mild case, and possibly some of the most severe symptoms may have disappeared before it came under my observation. It is a fair inference from these cases that in certain mild forms of mania, when the quantity of urine is not so greatly lessened as in the severer types, the amount of phosphates excreted is not greater than in the normal state.

The following cases show that in epileptic mania the urine is affected by the same law.

XIV. John M., aged fifty.—An epileptic; fits occur every month, several in succession, for one or two days, and he becomes very morose, vicious, and dangerous.

PAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	14.5 oz.	1033	21.14	325.64	14.44	28.61
2	17.0	1031	44.62	374.35	18.16	24.68
3	16.5	1034	48.41	375.37	26.27	43.67
Total	48.0	1032	109.17	1075.36	58.87	93.96

INTERPAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	93.5 oz.	1016	54.54	572.68	29.69	29.38
2	99.5	1014	35.11	418.70	31.59	29.78
3	89.0	1013	64.89	414.90	31.15	28.64
Total	282.0	1014	154.54	1405.48	92.25	85.80

Here is also a second analysis of the urine during the paroxysmal period in the same case; this time he made water so sparingly and irregularly, that it was only obtained every forty-eight hours.

PAROXYSMAL PERIOD.						
Hours.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
48	32.5 oz.	1032	94.79	687.23	42.25	49.20
48	26.0	1031	59.59	645.75	48.09	59.26
24	32.5	1023	18.95	398.12	29.79	27.72
Total	101.0	1028	169.24	1731.10	120.94	136.28

The average of these five days is less than the average of the three interparoxysmal days.

XV. Peter H., aged twenty-four.—An epileptic; fits occur monthly, and he becomes excited, maniacal, and violent.

PAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	ClNa.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
1	31.0 oz.	1021	67.81	379.75	22.74	21.76
2	29.5	1039	54.19	456.92	28.67	29.89
3	49.5	1025	59.96	472.50	19.70	26.68
Total	98.0	1025	189.97	1308.27	59.51	72.44

INTERPAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl. N.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	95.0 oz.	1017	152.39	881.19	60.59	45.61
2	91.5	1014	226.84	809.62	32.58	27.39
3	85.0	1015	111.55	614.83	40.40	24.36
Total	271.5	1015	2296.64	2295.64	133.57	107.26

There is a second analysis in this case, also with the same result.

PAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl. N.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	21.25 oz.	1031	46.48	579.29	33.10	29.07
2	29.75	1030	39.33	562.18	14.07	19.30
3	35.00	1029	55.68	596.75	29.40	31.90
Total	75.00	1026	119.49	1669.13	67.57	71.57

XVI. Helen C., aged twenty-six.—An epileptic; fits occur every three weeks; she becomes very excited and violent, and talks incoherently.

PAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl. N.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	22 oz.	1030	77.00	385.00	31.15	23.00
2	7	1034	31.41	156.78	8.17	11.00
3	7	1030	20.41	147.00	5.37	7.85
Total	36	1031	117.82	568.79	44.72	41.85

INTERPAROXYSMAL PERIOD.						
Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl. N.	Urea.	PO <sub>2</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	35.0 oz.	1012	20.41	240.20	22.60	7.85
2	75.5	1006	42.87	192.93	16.21	9.80
3	51.0	1012	29.48	297.75	21.25	15.87
Total	159.5	1010	92.76	700.88	59.46	33.52

In this case, again, we observe a comparatively large excretion of salts, phosphates included, on the first day; then an extreme fall in the quantity of the urine and its constituents on the succeeding day, which reduces the amount of the urea and phosphoric acid of the paroxysmal period below that of the inter-paroxysmal.

The first fact observed on examining these tables is the remarkable diminution of the quantity of the urine which takes place during the

course of a severe maniacal attack. This decrease appears to have an inverse relation to the rapidity of development and the intensity of the paroxysm, for in the milder cases it is not nearly so great. Nor is this wonderful when we consider how much of the watery elements of the blood must find an outlet through the skin as a consequence of the muscular exertions which accompany the restlessness, violence, and gesticulation of mania. The specific gravity of the urine in such attacks is also high; there is an excess of solids, and, on standing, a considerable quantity of sediment, especially of urates, is deposited. Owing to the want of a volumetric test for uric acid, I have been unable to subject this element to examination. The percentage amounts of all the organic and inorganic constituents are raised very far above the normal. In all my cases the urine was acid—very intensely so in the more severe forms—and in this my experience agrees with that of Sutherland.

Out of 16 cases the quantity of chloride of sodium was found less during mania than after convalescence in 14; nor is it inconsistent with dietetic and physiological principles that it should be so, for maniacal patients do not show much solicitude respecting condiments, whilst a considerable amount must find its way out of the body in other directions. The excretion of urea was diminished during the maniacal paroxysm in all the cases. The quantity of phosphoric acid excreted in states of mental excitement was less than after convalescence in all the cases except one (No. XI.), in which the analysis was made during a lucid interval and under unfavourable conditions. This, perhaps, is the most important fact elicited by the investigation, for a greater than the average excretion of the phosphates has come to be regarded as a pathognomonic phenomenon of maniacal excitement. In two cases where I had an opportunity of examining the urine immediately after the appearance of maniacal symptoms, I found that the quantity of phosphoric acid excreted on the first day was larger than the average daily excretion after convalescence; and from other observations I am disposed to believe that this often, though not always, occurs, for when the quantity of the urine is greatly diminished by a rapidly developed and severe mania, the amount of phosphoric acid is also lessened. I have known patients in whom there seemed to be a sort of suppression of urine, and from whom I could obtain no water for twenty-four or thirty-six hours. When it did appear, it was loaded with solids, but in quantity greatly below the normal. These facts would seem to suggest that the quantities of the urinary constituents excreted under such conditions are not to be regarded as anything like an absolute measure of tissue change; that, in fact, large amounts may be retained in the blood from the want of water to dissolve and wash them out. This, however, is but a suggestion, and does not interfere with the actual excretion by the kidneys, which is the question at issue.

Again, though the amount of phosphoric acid excreted on the first day is higher than the normal daily average, the period of this increased excretion is so short, and, as I have said, so inconstant, and the



fall in the quantity of the urine on the succeeding days so extreme, that it would be unphilosophical to regard it as an isolated fact. The better method, then, is to ascertain the absolute amount of phosphoric acid excreted during part of the course of a maniacal paroxysm greater than twenty-four hours, and to compare it with the quantity passed during an equal time after convalescence. This I have done, and the daily results I have given of the parts of a course of mania correspond exactly with the daily results of the whole course, as I have ascertained at different times; consequently I consider it sufficiently proved that the quantity of phosphoric acid excreted during the course of a maniacal attack is less than that voided in an equal time after recovery. In 11 cases the amount of sulphuric acid excreted during convalescence was greater than during mania; in 5 cases it was larger in the latter condition.

The following table shows the mean of the average daily quantities of the urine and its constituents excreted by all the cases during mania and convalescence:—

	During mania.	During convalescence.
Quantity of urine . . . . .	22.9 oz. . . . .	55.4 oz. . . . .
Specific gravity . . . . .	1025 . . . . .	1016 . . . . .
Cl Na . . . . .	35.94 gra. . . . .	59.98 gra. . . . .
Urea . . . . .	825.14 . . . . .	475.70 . . . . .
PO <sub>5</sub> . . . . .	22.14 . . . . .	39.54 . . . . .
SO <sub>3</sub> . . . . .	21.42 . . . . .	23.97 . . . . .

CASES OF MELANCHOLIA.

XVII. Agnes E., aged forty-four; weighs 99 lbs.—Bodily condition feeble; suffers from amenorrhœa; is melancholy, desponding, and discontented; does no work, and never moves off her seat. In addition to ordinary diet, has a pint of porter daily.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. solids excreted in gra.
1	32.0 oz.	1018	46.66	238.00	21.33	11.49	Cl Na 0.288
2	13.90	1018	15.16	87.20	7.80	6.03	Urea 1.856
3	26.90	1022	18.95	219.91	14.72	14.39	PO <sub>5</sub> 0.153
4	21.50	1024	28.21	188.12	15.95	15.12	SO <sub>3</sub> 0.115
5	21.25	1021	27.89	167.88	13.39	7.31	
6	24.90	1020	34.99	208.90	19.60	14.26	
Aver.	23.12	1020	28.58	184.76	15.15	11.45	

XVIII. Elizabeth R., aged forty-three; weighs 115 lbs.—Suffers from slowly progressing phthisis; fancies she is a great sinner, and that she will be damned; much depressed, and shows great apathy.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreted in gra.
1	38.0 oz.	1023	38.79	443.33	31.46	16.49	Cl Na 0.409
2	24.5	1026	43.87	357.29	24.90	17.96	Urea 4.074
3	35.5	1020	36.23	372.74	26.95	19.01	PO <sub>5</sub> 0.289
Aver.	32.6	1023	39.29	391.15	27.77	17.82	SO <sub>3</sub> 0.185

XIX. Eliza G., aged sixty-four; weighs 96 lbs.—A case of acute melancholia. Bodily condition fair; is restless and miserable, continually running hither and thither, expressing her sense of misery, her wretchedness, and impending damnation.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreted in gra.
1	33.0 oz.	1023	38.79	443.33	31.46	16.49	Cl Na 0.409
2	24.5	1026	43.87	357.29	24.90	17.96	Urea 4.074
3	35.5	1020	36.23	372.74	26.95	19.01	PO <sub>5</sub> 0.289
Aver.	32.6	1023	39.29	391.15	27.77	17.82	SO <sub>3</sub> 0.185

XX. Jane R., aged fifty-nine; weighs 126 lbs.—Bodily condition good; is depressed in spirits; fancies she is a great sinner, that she will be damned, and that all are doomed to hell-fire; she is suicidally inclined, and frequently secretes pieces of string in her bed.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreted in gra.
1	24.0 oz.	1008	31.48	141.74	15.30	8.89	Cl Na 0.294
2	19.5	1011	28.87	303.18	12.17	13.33	Urea 2.014
3	70.6	1011	51.94	316.45	20.57	9.43	PO <sub>5</sub> 0.127
Aver.	37.8	1010	37.13	233.79	16.01	10.55	SO <sub>3</sub> 0.083

XXI. Jane G., aged forty-two; weighs 149 lbs.—A mild case of melancholia, with doubts of her soul's salvation. Is quiet, somewhat depressed; works regularly.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreted in gra.
1	32.2 oz.	1020	37.91	246.45	23.83	12.64	Cl Na 0.343
2	35.5	1019	31.06	232.00	20.40	25.50	Urea 1.972
3	44.5	1023	84.36	492.35	36.34	19.53	PO <sub>5</sub> 0.180
Aver.	37.5	1020	51.11	298.90	26.85	19.15	SO <sub>3</sub> 0.123

XXII. George R., aged forty-six; weighs 122½ lbs.—Bodily condition fair; is melancholy and depressed, and manifests a morbid anxiety respecting his health.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>2</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreta in grs.
1	47.0 oz.	1021	82.25	390.68	29.76	21.10	Cl Na 0.523
2	72.0	1015	73.50	483.00	34.94	21.55	Urea 3.170
3	50.0	1015	56.45	291.65	18.05	8.98	PO <sub>5</sub> 0.225
Aver.	56.3	1017	64.06	388.44	27.58	17.21	SO <sub>2</sub> 0.140

XXIII. James N., aged sixty-three; weighs 149½ lbs.—Is melancholy, apathetic, hypochondriacal, and fancies he is to be hanged for his crimes; takes very little food.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>2</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreta in grs.
1	16.5 oz.	1014	12.03	119.68	6.87	5.88	Cl Na 0.0115
2	29	1013	14.58	58.33	4.41	2.39	Urea 0.5690
3	16.5	1011	14.43	89.62	7.42	6.17	PO <sub>5</sub> 0.0488
Aver.	18.6	1012	13.68	85.21	6.11	4.81	SO <sub>2</sub> 0.0322

In this case all the amounts are very far below even the minimum of health, and they can have but an exceptional relation to the weight of the body.

When acute melancholia is accompanied by paroxysms of maniacal excitement, the urinary secretion is regulated by the same law as in acute mania—that is, the quantity of urine and its constituents is less than in the normal state, as will be seen in the following cases:—

XXIV. Helen F., aged twenty-nine. April 7, 1864.—Is much excited and agitated, crying, "Hang me, hang me!" Noisy, sleepless, expresses great sense of misery, and says she has a desire to commit suicide; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	23 oz.	1030	86.89	315.29	21.55	19.62
2	30	1032	48.12	476.87	43.86	26.50
3	24	1030	51.59	367.50	35.20	18.68
Total	77	1030	116.51	1159.06	100.61	64.80

Aug. 15, 1864.—Appears to have quite recovered; has become much stouter, and works regularly.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	66.0 oz.	1024	67.87	789.25	59.40	39.51
2	72.0	1024	54.60	561.90	64.50	50.64
3	61.5	1025	59.94	807.18	61.50	43.22
Total	199.5	1024	211.41	2457.43	185.70	133.67

Here is another case of the same nature, but I have not yet had an opportunity of examining the urine after recovery:—

XXV. Anne H., aged thirty-eight. Sept. 20-25.—Is much excited and agitated, crying, wringing her hands, and walking restlessly up and down the corridors. She is a woman of large size, bodily condition fair; pulse 103. Attempted to steal a knife, and has scratched her throat with a needle.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>2</sub> .
1	59.0 oz.	1030	80.20	926.00	70.00	62.86
2	15.5	1033	31.64	234.54	29.09	11.59
3	16.0	1033	25.66	331.33	21.00	14.96
4	37.5	1030	54.08	612.30	53.12	29.06
5	28.5	1025	37.46	324.12	29.15	12.79
Aver.	29.5	1030	45.92	505.09	39.93	26.25

It will be seen that in this case, on the first day, all the constituents of the urine are in large quantity. The phosphoric acid in particular is large; but, as in the other cases where I have had occasion to notice this, on the succeeding day it falls to less than half the amount. Judging from the woman's size, I am satisfied that in the normal state and in robust health she will excrete more than an average of 50 grains of phosphoric acid.

The following cases of monomania of fear may also be grouped with the melancholic:—

XXVI. Isabella C., aged fifty-four; weighs 147 lbs.—Perpetually in low spirits, crying, and pricking her hands; expresses a dread of being killed.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>2</sub> .	In 24 hours 1 lb. excreta in grs.
1	41.5 oz.	1013	18.15	254.18	20.06	12.42	Cl Na 0.184
2	39.5	1015	34.56	334.10	23.70	17.73	Urea 1.949
3	49.0	1012	28.58	271.54	15.26	8.80	PO <sub>5</sub> 0.133
Aver.	43.3	1013	27.09	286.90	19.67	12.98	SO <sub>2</sub> 0.090

The next case presents a comparison of the paroxysmal and chronic conditions of monomania of fear.

XXVII. Catherine M., aged twenty-eight. March 17-20.—Restless and agitated; trembling from dread of being put to death; skin cold, pulse 94; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .
1	23 oz.	1020	20-12	207-95	23-38	11-56
2	19	1030	10-79	212-91	15-06	8-23
3	18	1033	18-37	273-00	23-89	15-85
Total	51	1027	49-28	693-86	67-84	35-64

Sept. 15, 1864.—Bodily condition improved; is very obstinate and idle; often refuses her food, apparently out of dread.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .
1	42-5 oz.	1020	43-33	347-87	26-63	16-37
2	32-5	1015	18-95	255-93	21-93	12-16
3	39-5	1015	23-94	334-10	24-11	15-96
Total	114-5	1016	85-37	937-90	72-67	44-49

All these cases of chronic melancholia and monomania of fear give results very far below the mean in healthy men and women. In two cases (Nos. XVIII. and XIX.), the amount of urea is about normal. The following table gives the mean of the daily average excretion in nine cases. I have included the male and female cases in the same group, but the amounts do not differ so much as to affect the result:—

Cl Na	26-67	grs.
Urea	270-44	
PO <sub>4</sub>	29-04	
SO <sub>4</sub>	13-08	

Mean excretion according to weight, in eight cases:—

1 lb. excretes in grs. in 24 hours.	
Cl Na	0-267
Urea	1-961
PO <sub>4</sub>	0-139
SO <sub>4</sub>	0-090

A reference to the table made from Dr. Parkes' book will show that the results as to weight are remarkably below the mean in health.

The small amounts of urinary constituents excreted by melancholics may be accounted for from their indifference to their food, their apathy, bodily torpor, languor, and inactivity. According to the prevalent theory, one would have expected a large excretion of phosphoric acid as the consequence of mental anxiety, but such does not appear to be the case.

CASES OF GENERAL PARALYSIS.

XXVIII. Alexander M.W., aged thirty-nine.—Bodily condition good; has extravagant delusions as to his wealth, and sits counting millions of money on his fingers.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .
1	83-5 oz.	1018	23-91	727-85	46-60	36-14
2	68-5	1018	89-99	579-39	44-32	23-70
3	81-5	1017	107-63	570-50	40-75	23-76
Aver.	76-5	1017	97-14	625-91	43-89	29-33

XXIX.—John F., aged thirty-seven.—Bodily condition good; manifests a general silliness of mind and manner, with exaltation.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .
1	41-0 oz.	1015	29-89	310-91	23-23	11-04
2	70-9	1016	61-25	423-75	32-66	30-16
3	66-5	1015	58-13	465-49	26-40	27-86
Aver.	59-1	1015	49-10	401-71	27-43	23-02

XXX. David B., aged forty-five.—Weights 162½ lbs.; bodily condition, very stout; mind is extremely silly and facile.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.	
1	38-5 oz.	1020	30-34	903-43	44-07	49-00	Cl Na	0-549
2	74-5	1020	59-91	651-87	41-89	27-87	Urea	4-395
3	77-5	1019	59-41	587-70	44-32	30-15	PO <sub>4</sub>	0-268
Aver.	80-1	1019	89-22	714-33	43-59	35-67	SO <sub>4</sub>	0-219

XXXI. James M., aged thirty-six.—Weights 167½ lbs.; has had several attacks of acute mania, attended with extravagant delusions; is now demented, and rarely speaks; bodily health very good.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.	
1	69 oz.	1012	80-69	527-27	64-51	47-92	Cl Na	0-591
2	64	1016	93-30	479-70	37-39	25-45	Urea	5-119
3	71	1015	103-54	569-69	59-84	39-70	PO <sub>4</sub>	0-263
Aver.	68	1014	99-11	522-62	59-88	40-99	SO <sub>4</sub>	0-244

XXXII. Elizabeth M.M., aged thirty-five.—Labours under a mild form of dementia; bodily condition good.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .
1	55 oz.	1014	83-22	397-83	32-56	18-11
2	65	1019	47-39	564-97	43-92	24-32
3	69	1015	70-40	579-60	29-95	11-41
Aver.	63	1016	68-67	514-13	35-29	17-94

During the acute maniacal attacks to which general paralytics are liable it is extremely difficult, more so than in any other form of insanity, to collect the urine; but I have some facts which point to the conclusion that the urinary excretion under such conditions is regulated by the same law as in acute mania.

XXXIII. Helen C., aged fifty.—Demented.

Condition.	Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
Quiet .	1	96.0 oz.	1010	224.00	358.40	30.05	22.99
Quiet .	2	61.0	1011	160.75	323.60	20.35	13.89
Excited .	3	25.0	1023	54.08	202.50	22.93	16.43
Aver.	60.3	1014	128.47	314.90	24.44	17.71	

XXXIV. Thomas A., aged fifty-two.—Is excited, and has very extravagant delusions as to his wealth and powers; on the third day he became much more maniacal and destructive.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1	46.0 oz.	1014	28.83	241.50	19.16	11.01
2	42.0	1015	30.99	244.88	19.20	12.66
3	16.5	1024	21.45	170.84	19.31	8.39
Aver.	34.8	1017	29.69	219.00	19.35	10.68

XXXV. William G., aged fifty-one.—Very maniacal and destructive; urine was collected one day only.

Day.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .
1 ... 18 ..	1023	...	18.94	...	231.0	...
					17.41	...
					...	19.47

These tables show that in states of excitement the quantities of chloride of sodium, urea, phosphoric and sulphuric acids are less than in the quiescent state. In the demented cases quantities are about normal—some slightly above, and some below, the mean. In two cases (Nos. XXX and XXXI), the excretion, according to weight, was also very near the mean healthy standard, and in No. XXXI the phosphoric acid was above it when compared without reference to weight. In the last stage of general paralysis it is impossible to obtain the twenty-four hours' urine, but I have no reason to suppose that the result would differ much.

CASES OF DEMENTIA AND IDIOCY.

XXXVI. Robert C., aged forty-nine; weighs 133½ lbs.—A congenital imbecile; works on farm; bodily condition good.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	73.0 oz.	1021	117.10	585.52	45.01	33.86	Cl Na 0.670
2	67.5	1016	68.06	499.52	33.75	23.25	Urea 4.906
3	51.5	1025	82.61	540.75	37.76	34.68	PO <sub>5</sub> 0.290
Aver.	64.0	1020	89.45	538.93	38.84	32.27	SO <sub>3</sub> 0.241

XXXVII. David C., aged forty-four; weighs 142 lbs.—Is demented, and has been seventeen years insane; works on farm; bodily condition good.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	50.00 oz.	1020	51.04	468.12	26.51	21.70	Cl Na 0.492
2	34.25	1029	64.93	532.81	23.51	24.98	Urea 3.500
3	56.99	1029	57.16	555.65	26.51	29.33	PO <sub>5</sub> 0.180
Aver.	46.75	1023	57.37	498.82	25.76	21.70	SO <sub>3</sub> 0.176

XXXVIII. George E., aged thirty-three; weighs 125½ lbs.—Has been twenty-five years insane, and is demented; bodily condition good; works on farm.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	56.5 oz.	1022	65.91	659.16	36.31	35.51	Cl Na 0.573
2	42.5	1028	86.77	582.09	30.72	37.98	Urea 4.679
3	31.0	1030	63.29	519.89	28.88	26.91	PO <sub>5</sub> 0.278
Aver.	43.3	1026	71.99	587.21	31.97	30.13	SO <sub>3</sub> 0.240

XXXIX. John T., aged twenty-two; weighs 127½ lbs.—A case of so-called acute dementia; never speaks, requires to be fed, and is quite apathetic; bodily condition fair.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>5</sub> .	SO <sub>3</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	72.0 oz.	1021	84.00	609.00	54.00	31.25	Cl Na 0.553
2	65.5	1016	75.41	465.95	40.29	18.62	Urea 3.792
3	51.5	1025	63.97	373.92	17.15	18.25	PO <sub>5</sub> 0.291
Aver.	64.0	1020	71.26	483.55	37.18	22.70	SO <sub>3</sub> 0.178

XI. William A., aged twenty-six; weighs 98½ lbs.—A case of so-called acute dementia; sits the whole day in apathy without speaking; bodily condition feeble; ulcers on feet.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	75 oz.	1020	83-12	546-87	40-84	27-79	Cl Na 0-850
2	71	1016	122-12	387-24	26-33	28-70	Urea 4-487
3	64	1016	46-60	336-40	39-64	22-90	PO <sub>4</sub> 0-395
Aver.	70	1017	83-76	440-05	38-97	26-28	SO <sub>4</sub> 0-296

XLII. Susan S., aged fifty-four; weighs 93 lbs.—Bodily condition feeble; is demented.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	24 oz.	1016	63-00	238-00	11-36	10-87	Cl Na 0-726
2	37	1017	87-50	344-53	21-89	16-28	Urea 3-649
3	20	1022	52-50	288-34	13-00	10-78	PO <sub>4</sub> 0-165
Aver.	27	1018	67-60	283-62	15-61	12-64	SO <sub>4</sub> 0-185

XLIII. Alexander C., aged thirty-one; weighs 148½ lbs.—Is demented, and never speaks; bodily condition good; works on farm.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	65-0 oz.	1020	75-83	616-14	41-77	29-18	Cl Na 0-337
2	38-5	1020	44-91	449-16	26-59	23-63	Urea 3-319
3	52-5	1015	38-28	419-43	21-08	12-57	PO <sub>4</sub> 0-196
Aver.	52-0	1018	53-00	492-91	29-14	21-79	SO <sub>4</sub> 0-145

XLIII.—John W., aged forty-one years; weighs 130½ lbs.—A congenital idiot; can speak but a few words; works on the farm.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	109-5 oz.	1012	63-87	606-81	58-40	31-13	Cl Na 0-469
2	85-0	1015	74-37	849-21	41-88	30-33	Urea 4-837
3	100-0	1014	58-23	583-23	42-04	29-93	PO <sub>4</sub> 0-338
Aver.	98-1	1013	65-52	677-63	47-17	30-53	SO <sub>4</sub> 0-218

XLIV. William M.K., aged eighteen; weighs 70½ lbs.—A congenital idiot; bodily condition good; stature small; cannot speak; sometimes eats his excrement.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	33-0 oz.	1035	57-75	481-24	31-35	16-76	Cl Na 0-754
2	29-0	1027	50-75	389-62	25-61	17-79	Urea 6-172
3	39-0	1024	51-18	443-62	31-29	17-61	PO <sub>4</sub> 0-421
Aver.	33-3	1028	53-22	435-16	29-72	17-35	SO <sub>4</sub> 0-247

XLV. John R., aged forty-five; weighs 100½ lbs.—A congenital imbecile; bodily condition fair; works on farm.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	50-5 oz.	1017	44-18	441-87	22-71	21-91	Cl Na 0-451
2	29-0	1018	51-62	499-04	28-43	23-83	Urea 4-370
3	55-5	1015	40-46	437-08	22-29	19-93	PO <sub>4</sub> 0-243
Aver.	55-0	1016	45-42	459-31	24-27	21-89	SO <sub>4</sub> 0-218

XLVI. David C., aged fifty-six; weighs 165½ lbs.—A congenital imbecile; bodily condition good; does not work.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	98-0 oz.	1017	85-75	743-16	42-43	39-50	Cl Na 0-456
2	55-5	1018	57-98	469-43	29-42	24-91	Urea 3-725
3	47-5	1020	83-12	637-29	41-21	37-68	PO <sub>4</sub> 0-227
Aver.	67-0	1021	75-61	616-62	37-68	34-06	SO <sub>4</sub> 0-202

XLVII. William T., aged twenty; weighs 128½ lbs.—Has been two years demented after a maniacal attack; bodily condition good; works on farm.

Days.	Quantity.	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub> .	SO <sub>4</sub> .	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	67-5 oz.	1019	59-06	472-50	37-95	28-28	Cl Na 0-499
2	80-0	1015	40-06	336-06	37-57	28-72	Urea 4-309
3	64-0	1022	84-00	700-01	60-50	37-35	PO <sub>4</sub> 0-352
Aver.	70-5	1018	63-24	569-72	45-24	31-45	SO <sub>4</sub> 0-244

XLVIII. Christina H., aged forty; weighs 101 lbs.—Bodily condition spare; is demented, and seldom speaks.

Days	Quantity	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	In 24 hours 1 lb. excretes in grs.
1	47.5 oz.	1017	41.56	415.55	23.23	17.77	Cl Na 0.251
2	32.5	1013	14.21	208.54	14.99	9.72	Urea 2.932
3	49.0	1012	21.43	264.39	18.10	13.20	PO <sub>4</sub> 0.199
Aver.	43.0	1014	25.40	296.16	20.14	13.56	SO <sub>4</sub> 0.184

The next case shows that the urine in paroxysms of excitement, in idiosyncrasy, is regulated by the same law as in acute mania.

**XLIX.** Peter M.D., aged eighteen.—A congenital idiot; cannot speak; is subject to fits of fury, during which he strikes and bites every one near him.

Condition	Days	Quantity	Sp. gr.	Cl Na.	Urea.	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
Excited	1	52.0 oz.	1021	40.95	470.16	37.29	43.35
Quiet	2	61.5	1015	38.87	412.56	40.18	55.22
Excited	3	41.5	1021	48.41	338.91	30.45	17.39
Quiet	4	78.5	1024	63.68	336.33	37.45	21.14
Aver.	55.4	1017	49.22	396.99	36.27	34.27	

The only points kept in view in the selection of the demented cases were, that they should not be of such dirty habits as to make it impossible to collect their urine, and that they should be observed under such conditions as to make a fair comparison with healthy persons—viz., that they should take their food moderately well, and be in the habit of enjoying a certain degree of exercise in the shape of work. Of course, during the collection of the urine, the latter condition ceased to operate when they were confined to the house. As regards mind, several are congenital idiots, several have been many years demented, and two are cases of acute dementia. As I have only two female cases, and their conditions of life are different from those of the males, I will dismiss them from consideration with the statement that the quantities of all their urinary excreta are considerably below the healthy mean. In the twelve male cases the chloride of sodium was present in moderate quantity, though not equal to the mean put down in Dr. Parkes' book. In five the urea was above the mean (age and weight indifferent) given by the same author, whilst the quantity excreted by a definite weight of body was greater than the mean in nine cases. The amount of phosphoric acid was less than the mean in all cases, but in none was it below the minimum; and in four cases the excretion by one pound of body weight was greater than the healthy mean. This is a very necessary distinction, because some of the cases were lads. Two, who passed a larger than average quantity of phosphoric acid according to weight, were congenital idiots who could not speak, another a case of so-called acute dementia, and the fourth had been two years demented. With such facts as these in view, and considering that in

none of the twelve cases was the average daily excretion of phosphoric acid below what has been found by several observers in healthy adult men, I cannot altogether endorse Dr. Sutherland's statement that there is a minus quantity of phosphates in the urine of dementia. Indeed, I believe that the excretion of phosphoric acid is regulated more by the condition and weight of the body than by the action of the brain. No doubt, in an ill-conditioned dement, who does not take his full quantity of food, the absolute amount of phosphoric acid excreted will be small compared with the healthy mean, but less so when contrasted with the mean healthy excretion by 1 lb. of body weight.

The following table gives a comparison of the mean daily excretion of 12 cases, with the mean amounts in health:—

Constituents.	In dementia.	In health.
Cl Na ...	64.92 grs.	177.00 grs.
Urea ...	517.24	512.40
PO <sub>4</sub> ...	35.20	48.80
SO <sub>4</sub> ...	27.93	31.11

The next shows the mean excretion in 11 cases by 1 lb. of body weight in twenty-four hours, compared with the normal mean found in the same way:—

In dementia 1 lb. excretes in grs. in 24 hours.	In health 1 lb. excretes in 24 hours.
Cl Na ...	0.557
Urea ...	4.311
PO <sub>4</sub> ...	0.291
SO <sub>4</sub> ...	0.216
	Urea ... 3.53
	PO <sub>4</sub> ... 0.336
	SO <sub>4</sub> ... 0.214

It will be seen from these tables that the differences between the quantities in dementia and in health are not greater than occur in individual healthy cases.

The conclusions which I deduce from the whole foregoing observations are:—

1. That the quantities of the urine, of the chloride of sodium, urea, phosphoric and sulphuric acids, excreted during the course of a maniacal paroxysm, occurring in acute mania, epilepsy, general paralysis, melancholia, or dementia, are less than the amounts excreted in an equal time during health.
2. That in chronic melancholia the quantities of the chloride of sodium, urea, phosphoric and sulphuric acids are reduced below the mean, and sometimes the minimum, of health.
3. That in idiosyncrasy, dementia (paralytic and common), the urea, chloride of sodium, and sulphuric acid range above and below the normal mean of health; that in some cases the amount of phosphoric acid is greater than the mean according to weight, but in the majority of cases it ranges between the minimum and mean found in healthy adult men.

I shall be satisfied if these observations serve no other purpose than to point out the foundation upon which an exact pathology of the urine of the insane must be built. My thanks are due to my chief, Dr. Howden, for facilities given to make this inquiry.

[From the BRITISH MEDICAL JOURNAL.]

LECTURE  
ON THE  
USE OF THE CLINICAL THERMOMETER.

*Delivered at the University of Glasgow.*

By JAMES FINLAYSON, M.D.,  
Fellow of the Faculty of Physicians and Surgeons, Glasgow; and Assistant to  
Professor Gauchier's Medical Clinique.

LONDON:  
HAVILL AND EDWARDS, PRINTERS, CHANCERY STREET,  
COVENT GARDEN.

An increase in the heat of the body is one of the oldest and one of the most widely recognised symptoms of disease. It is only of late, however, that accurate estimates of such morbid variations have been made for the purposes of diagnosis and prognosis. The history of the introduction of this method of research, although important and instructive, would take too long to recount. Suffice it to say, that an appreciation of the temperature of the body is now recognised on all hands as supplying a sure gauge of the degree of pyrexia; and that in this respect it ranks along with the pulse, or even in many cases as superior to it. The measurement of the temperature is arrived at by means of a thermometer.

*Clinical Thermometers* are now made of various sizes, and may be had at various prices. Those of Cassella and some other makers leave little to be desired in the matter of accuracy and elegance; but the cost and fragile character of the instruments now in use constitute still a serious drawback to their employment.

The object is to have an instrument with such a bulb as to be very sensitive to slight changes of temperature, and of such a size and shape as to be adapted for introduction into various parts. If it be not well made, changes in the glass are particularly apt to occur in the course of time, so as to introduce errors into the readings. The graduation should be on the stem of the instrument itself, and should be on such a scale as to allow of readings to a fifth of a degree Fahrenheit, or of a tenth centigrade. Self-registering maximum thermometers are now in chief favour in this country, and are made on Phillips's plan of having the upper portion of the mercury detached by an air-speck, so that it remains at the highest point to which it had risen, and the upper end of the index shows the maximum attained. Before being used, this index requires to be replaced so as to join the main column. This is effected by holding the instrument by the bulb, and shaking it down once or twice. Holding it by the bulb protects the instrument to some extent from the danger of contact; and, further, the heat of the hand should cause the column of mercury to rise, and so prevent the detached index from being lost by being shaken into the bulb. Some instruments have a special arrangement to prevent this last accident. The advantage of a self-registering instrument is, that it does not require to be read in the position or at the time that the observation is made. Hence, for observations on patients in places where the light is bad, or where we might dislike to bend closely over the patient, or where we entrust the observations to others, registering thermometers are most valuable.

Sometimes a pair of thermometers, duly marked, are left with a nurse or attendant, who has been instructed how to apply the instrument; and the readings may be made by the physician at his visit, and the indices set for a fresh pair of observations for the next night and morning.

When, however, we make the observations ourselves, a thermometer without any registering index is perhaps more useful, as showing at once any tendency of the mercury to fall after it may have reached a certain point, and so calling attention to some deficiency in the application of the instrument—due perhaps to the slipping out of the bulb from its proper place. For those who wish to watch the course of the mercury in such observations, the use of a sensitive thermometer without the complication of an index is especially instructive; and for this reason it is to be recommended to all beginners in the study of thermometry.

If the thermometer be well made, and if for the same patient the same thermometer be always used in the same way, the question of absolute accuracy in the graduation is not perhaps of much consequence in practical medicine.

The importance and significance of the measurements usually depend on a relative rise and fall; and the indication of the records would be but little affected by having all the figures altered a quarter of a degree higher or lower. Still, for certain purposes, and indeed on general principles, it is desirable to have the instruments accurately graduated, so as to give results comparable among themselves; and, for this purpose, the best way is to have the instrument verified at Kew—obtaining a certificate of its accuracy, or of the amount and kind of its error at the various degrees in use. Any attempt to compare thermometers for yourselves will likely only mislead you, as the difficulties to be overcome in testing thermometers are considerable. The method of placing several instruments in a basinful of warm water is sometimes spoken of as serving to indicate the inaccuracies of clinical thermometers; but this may only indicate certain differences in the kind of bulb, etc. For example, a thermometer with a very large bulb of mercury may be introduced into warm water along with one with a small and narrow bulb, and the former may go on rising after the latter has reached its maximum and has begun to cool; or the different shapes of the bulbs may bring them into relation with different strata of the water, and so with different temperatures. For the sake of accuracy, therefore, a certificate from Kew should be obtained; and, if the thermometer be in use for some time, a further examination may be necessary, from the alterations brought on by age.

The parts of the body whose temperature should be tested are, the mouth, the axilla or groin, the rectum, and the vagina. Sometimes the heat of the urine, too, may be examined with advantage. Other parts of the body may be examined in special inquiries, as, *e. g.*, certain parts of the limbs on the two sides of the body in cases of one-sided paralysis, etc.; but the above are the localities to be investigated when we desire to have a result which may serve as an index of the internal heat. Each of the above localities has advantages and disadvantages; but, in any one case, uniformity in the series of observations is the overruling consideration which should affect our choice.

The Mouth is open to the fallacies caused by the air passing through this cavity, unless the person have at the time the intelligence and alacrity to breathe through the nose, with his lips kept closely shut. The Axilla often demands a long time before it can yield an accurate measurement. The patient's arm is sometimes too thin to cover in the thermometer with sufficiently vascular tissue; and there is often a restlessness which makes the restraint of holding the arm in one position for the necessary time seem too irksome. There is sometimes, moreover, a certain degree of doubt regarding the axillary temperature being

a fair index of the internal heat. The Groin is open to the same objections as the axilla, but may sometimes be preferred in children whose arms are very scraggy. Measurements in the *Rectum* have the disadvantage of involving, except perhaps in the case of children, a somewhat indelicate proceeding, at least for anything like frequent or regular observations. The compression of the bulb by the bowel, and the presence of feces, may produce some sources of variation. The solid feces may impede the entrance or proper contact of the bulb; and fluid feces may bring down matter from higher and warmer parts of the body than that which we aim at investigating. The *Vagina* is free from some of the objections urged against the rectum; but delicacy prohibits the use of this method, except perhaps in obstetrical cases. Moreover, the want of uniformity in the comparison of results (such measurements being, of course, impossible in males or children) limits the advantages employment of this method to such cases as have been already indicated. The *Urine* possesses a remarkably high temperature, and may often give some useful information in a ready manner; but there is the great difficulty of not always being able to get it at the time when the observation is desired.

Summing up the advantages and disadvantages, we may say: the axilla is the most universally suitable place for making the measurement; the rectum is certainly the best place in which to take the temperature in the case of children; the vagina may be allowed to be the best in purperal cases; and the mouth may be useful in the case of those on whose intelligent co-operation we can rely.

There is reason to believe that the correlation of the degree of temperature in the rectum, the mouth, and the axilla, varies somewhat under different conditions, both in health and disease; but, for general purposes, we may say that the temperature of the rectum is about three-quarters of a degree Fahr. (about five-twelfths of a degree cent.) higher than that of the axilla, and that the temperature of the mouth occupies an intermediate position.

*Method of Taking the Temperature.*—Absolute accuracy in thermometric measurements is impossible. The temperature of the bulb of the instrument no doubt tends to become the same as that of the structures in relation with it; and, after a considerable time, the error or difference may be said to be inconsiderable. But the heat of the part, and even of the blood itself, is not a fixed quantity. This variation further adds to the difficulty when we aim at extreme accuracy, and, indeed, imposes a limit on the refinements of minute variations. With a suitable thermometer, however, the temperature of the bulb approaches to that of the parts to which it is closely applied, with sufficient accuracy for all practical purposes, after the lapse of a very few minutes.

Hence, when we have to deal with a closed cavity, such as the *Rectum*, we can take the temperature in three or four minutes; and we assure ourselves of accuracy by seeing that the mercury is stationary for a minute or two before concluding that the maximum is reached. The following description of this method was given in a paper published by me a few years ago. "The patient, if in bed, is made to assume a position on the left side, such as is usually recommended for obstetrical operations in this country. The thermometer is oiled and carefully introduced within the anus. While one hand holds the instrument gently and steadily, the other may lie lightly on the pelvis or buttocks to guard against movement. If disposed to be restless, I usually found that, by getting the nurse to engage the child's attention, or by doing so myself, this tendency soon passed off. In infants or young children very restless from disease, a similar position on the mother's lap, with the face directed to her right breast, is the most suitable. The position indi-



ected involves no exposure to the air." (*Glasgow Medical Journal*, Nov. 1869, p. 12.)

It is important to introduce the bulb of the thermometer into the rectum always to the same depth—say two inches from the surface; and, if there be no mark on the thermometer to indicate this point, an elastic band may be placed on it for the purpose. You will find that, after the maximum has been reached, by introducing the thermometer farther into the bowel, we may obtain a fresh increase. Here, as before, uniformity in the series of observations is to be carefully aimed at. Pressing the instrument back against the wall of the rectum may also give an apparent elevation of temperature, due probably to the mechanical compression of the bulb. This, of course, ought to be avoided.

In the case of the *Mouth*, the temperature may sometimes be taken with equal rapidity. The mouth, however, often ceases to be a closed cavity; and as the air, in passing to the lungs, cools down the mucous surface, time is required to allow it to come up again to its natural heat. If the mouth have been kept shut for fifteen minutes previously, the temperature may be taken rapidly; but, if not, we must wait not only till the mercury attains an equilibrium with the temperature of the mucous surface, but until the temperature of the mucous surface itself is brought into equilibrium with that of the deeper parts. All this was pointed out long ago by the late Dr. John Davy. It is usual to insert the bulb of the thermometer under the tongue, keeping the lips well pressed together. Security is attained, as before, by observing that the mercury remains steady for a minute or two before the observation is terminated.

The *Arilla* resembles the mouth in being sometimes an open and sometimes a shut cavity; that is to say, it is sometimes exposed to the cooling influence of the air, and sometimes shut in from it. In the case of the axilla, likewise, we thus require to give time for the surface, which is in contact with the bulb of the instrument, to arrive at an equilibrium with the temperature of the deeper parts. The rule dictated by experience is, to see that the mercury remains at a stationary point for five minutes before we conclude that the maximum has been reached. Care must be taken to keep the arm closely applied to the side; and, for this purpose, we often require an attendant to hold the arm in position, as the patient is frequently unable to manage this properly. The bulb must also be watched, to secure its being well covered, and to see that it does not slip out behind. Time may sometimes be saved by making the patient lie with his arm closely applied to his side for a quarter of an hour before the instrument is to be applied, as this enables the surface of the axilla to attain its maximum temperature. Accordingly, accurate axillary measurements may sometimes be secured in five or six minutes; but, on the other hand, twenty or even thirty minutes may occasionally be required. Approximate estimates may be made in less time, especially if the temperature be found high; but care must be taken before negative influences are drawn from an imperfect observation, so as to conclude that the temperature is not high.

It has been proposed by Förster and others to shorten the time required for measuring the temperature, by heating the thermometer above the degree expected, and allowing the bulb to cool down in the mouth or the axilla. The serious part of the loss of time, however, as already explained, is not thereby affected; for, as Davy pointed out, a thermometer so heated may fall below the proper temperature of the mouth, and only slowly rise again as the temperature of the mouth itself regains its proper standard from being closed in from the air during the observation.

The following are the directions given by Wunderlich for axillary measurements.

"When there is much perspiration, the axilla must first be carefully wiped dry. It is then advisable, as Liebermeister has recommended, to keep the axilla *closed* (by bringing the arm to the side) some time *before* the thermometer is put there. He has pointed out that the time taken by the mercury to reach the maximum was reduced by this means to from four to six minutes. But sometimes this preliminary closure of the axilla may cause loss of time. The thermometer should first be warmed a little in the hand (to 85 or 90 deg. F. in most cases, and, if a registering one, the index must be set), then introduced deep into the axilla (under the anterior or pectoral fold), and the axilla closed by close pressure of the arm against the thorax, which always gives the arm an inclination towards the breast (*i. e.*, to the median line). If the thermometer do not keep its position nicely, if the patient be restless, unsteady, sleepy, or forget himself, or if he be very much emaciated, the arm and the thermometer must be kept in apposition by the person who takes the temperature. In any case, it is well to make sure occasionally that the instrument is in good position. For most purposes, the observation may be terminated when the mercury has remained stationary for five minutes. In general practice, it is sufficient to wait for two or three minutes after it has appeared to stop rising." (Wunderlich, *Temperature in Disease*, London, 1871, pp. 70-72.)

*Natural and Abnormal Temperatures.*—But, supposing we have obtained an accurate measurement of the temperature, what is natural? what abnormal? During life, the temperature may range from about 78.8 deg. Fahr. or 26 deg. cent. to 113 deg. Fahr. or 45 deg. cent.; but either extreme almost necessarily implies a fatal issue. In health, the temperature may be quoted as about 37 deg. C. (98.6 deg. F.), with a range of 1½ deg. of Fahrenheit's scale above and below this. I speak here of the measurements in the rectum. The temperature of different persons no doubt varies with the individual. There is, moreover, a daily range of temperature in health; and this range is greater in the young than in the old or the middle-aged. This represents the ascertained facts more accurately than is done by speaking of the temperature of the young as being either higher or lower than that of the adult. Both allegations have been made with a certain amount of truth. In children, the daily range may be said to be about 2 or 3 degrees Fahr.; in adults, from 1 to 2 degrees Fahr. These figures may be taken as indicating the range, apart from any violent disturbances of exertion or otherwise. The minimum occurs at night, sometime about or after midnight; a rise of temperature takes place in the early morning hours; during the day, the maximum occurs, or perhaps two maxima may sometimes be traced. In the evening, or at night, there is a more or less rapid decline in the temperature; this decline, and indeed all the changes mentioned, seem to occur rather earlier in the young than in others; and the results of different observers vary somewhat in this respect, very likely on account of their different habits of life. This daily range in health is important as forming a contrast in some respects to the daily range in febrile diseases, in which the maximum is usually attained in the course of the evening.

The normal temperature, however, may be quoted at 37 deg. C. (=98.6 deg. F.).

Temperatures somewhat below the normal are spoken of as subnormal, and include those from 36 to 36½ C. (=96.8 to 97.7 deg. F.).

Temperatures much below the normal are found in the state of collapse, and in certain conditions bordering on this state, so that they are often spoken of as collapse-temperatures; those below 36 deg. C. (=96.8 deg. F.) may be classed under this head.

Temperatures slightly above the normal may be spoken of as such, or as subfebrile, say about 38 deg. C. (=100.4 deg. F.).

A somewhat higher elevation indicates a moderately febrile state, say about 39 deg. C. (= 102.2 deg. F.)

A further elevation brings us to a highly febrile condition, 40 to 40½ deg. C. (= 104 to 104.9 deg. F.)

Temperatures much above this level are often referred to as hyperpyretic, and are usually highly dangerous to life, say 42 deg. C. (= 107.6 deg. F.)

With such a table, and with a knowledge of the methods already detailed, you may now, by means of a thermometer, easily form an opinion as to the presence or the degree of pyrexia in a given patient. But it does not follow that this implies much assistance in the case. We may, of course, discover a febrile state when perhaps the patient complains of cold more than of heat; and some of you may remember that last session, in Ward 7, I demonstrated to you the elevation of temperature in a patient whom we happened to see in the midst of a violent rigor. In other cases, again, we may perhaps find a very high temperature when, from the pulse, the state of the skin, and the other symptoms, even the experienced are but little prepared for it. And further, an extremely high or low temperature may be taken as indicating a condition of much gravity. On the other hand, however, the temperature may be normal and the condition serious, or the temperature may be that of high pyrexia and yet the ailment may be trivial. The mere reading of the thermometer after a given observation indicates but little; various other points in regard to the temperature must be taken into account.

*The Course of the Temperature in regard to the Time of Day* is one of these points. In intercalar disease and in enteric fever, we have often normal temperatures in the morning associated with high temperatures at night, and in most diseases the morning temperature will be found to be usually lower than the evening temperature so long as the febrile state lasts. In pyæmia and some other affections, remarkable oscillations from a high to a low temperature occur several times in the day. Such oscillations studied with regard to their degree and periodicity often afford valuable indications. This indicates the propriety of having two or more readings in the course of the day; and, if one observation only be attainable, the evening temperature is usually the most important. The necessity of having the observations at the same hours, as nearly as may be, is likewise clearly indicated, so as to afford comparable results. For the morning, about nine o'clock is best; for the evening, some time between seven and ten.

*The Rapidity or the Manner of Rise in the Temperature* with regard to the date or duration of the illness constitutes another point. The natural history of many diseases in regard to this point has been more or less completely worked out, and the results may be found recorded, or at least referred to, in Wunderlich's great work on *Medical Thermometry*. Did the temperature rise suddenly within a few hours? Has the elevation been continuous or intermittent? Was the rise gradual and progressive? All these points are important, and an answer may sometimes help us not only positively but negatively. A sudden rise may negative one disease; a gradual and progressive rise may confirm the probability of another. The study of this part of medical thermometry can only seldom be pursued in hospital, and this is one of the subjects on which your attention should be fixed when you are engaged in private practice. You must not be misled by the decline of the temperature in the morning during the initial stage of a fever. The morning temperature is usually lower than that of the previous evening, even although the tendency, on the whole, is towards a daily increment of heat; although lower than the previous evening temperature, it may be higher than the previous morning observation.

*The Duration of the Pyrexia* may be a useful index. This may, perhaps, seem to you very much the same as saying that the duration of the disease itself may aid in the diagnosis; but, besides this, there is more. The prolonged elevation of temperature, for example, in an obscure chest affection may lead to a diagnosis of phthisis; or the absence of any such continuous disturbance of the temperature may, under certain circumstances, lead to the exclusion of this diagnosis, however probable it might otherwise seem. The decline of the temperature within a few days may exclude the possibility of typhus or enteric fever, with a certainty not otherwise attainable in certain suspicious cases. Again, the persistence of an elevated temperature in a case of enteric fever may convince us, and even convince our patient, of the remnant of some serious disorder, although he may seem to be better and may maintain that he is well with us, such plausibility that, apart from the temperature, it might be difficult to gainsay him.

*The Manner of Decline in the Temperature* is no less important. Some diseases terminate by a sharp and sudden decline from the previously high temperature down to the normal, or below it—by a well marked crisis, such as is often seen in pneumonia. Other diseases terminate by a more gradual decline, or lysis, as it is called. A period of oscillation is characteristic of the termination of enteric fever; in such cases, the morning temperature gradually, or perhaps suddenly, reaches the normal, while the evening temperature continues for days at its former febrile elevation. All these points are of importance in diagnosis, or it may be in prognosis. An illness which may seem to be simple pneumonia may, by its abnormal behaviour in the deconvalescence, lead us to suspect the presence of a tubercular element. The apparent deconvalescence of the primary pyrexia of pleurisy may be arrested in its progress, and may merge into the hectic suggestive of empyema. Or, as happened once in my experience, the sharp deconvalescence in a febrile case, in which the child seemed to have many very grave symptoms, enabled a provisional diagnosis of relapsing fever to be announced under very unlikely circumstances, and so relieved the state of anxiety till the confirmation arrived by the occurrence of the relapse.

In the cases terminating fatally, it is a point of interest to observe whether the temperature falls before death, or runs up to a maximum just in the agony; and the occurrence of "perturbations" before the crisis of a fever, whether it be a final exacerbation or a procrustal collapse, furnish subjects of deep interest and importance.

It is usual to reduce thermometric observations to the form of a curve on a chart, and in this way the whole course of the temperature from beginning to end, the various oscillations, and the terminal exacerbation or decline, are clearly brought into view. It is well to accustom your eye thus to judge of the course of an acute illness; but for myself, I prefer during the progress of a case to content myself with a careful appreciation of the progress as they are written down. During prolonged observations, and in cases where the changes are of a gradual rather than of a sudden character, the comparison of the average morning and evening temperature calculated for certain sets of days (of successive weeks, for example) may bring out the real tendency of the febrile movement in a more definite manner; and this is one reason why you should always have the results of the observations available in figures. It is a more irksome task to convert a diagram into figures than to convert figures into a diagram, and the risk of error is less in writing the figure down than in marking it on a diagram. For purposes of demonstration, however, and also for rapid comparison, the use of diagrams is most important. Many of you are familiar with the form of chart which I had made some years ago, and which we have for the last two or three years been using at the Clinique, and of which you now see specimens before

8  
you.\* Its aim is to afford simplicity and flexibility in the delineation of temperatures, and, by the use of vertical red lines, on which to mark the evening temperature, to enable the eye to catch at a glance which is the evening and which is the morning observation in any series of oscillations. This may sometimes be brought out in a more vivid manner by having two separate curves—one for the morning and the other for the evening observations—traced on the same chart in different colours of ink. In the diagram which I now show you, representing a case of enteric fever in a child, the relationship of the evening, or red curve, to that of the morning, or black one, is most striking; and it serves well to show the divergence of the evening from the morning temperature, which has already been spoken of as being typical of the convalescence in this fever. A farther point of interest is also brought out by these curves: throughout the fever, and during the early part of the convalescence, the evening curve is invariably higher than the morning one, sometimes by several degrees; but at the completion of convalescence, the evening curve ultimately crosses over the other so as to occupy a lower level, just as I have told you it ought to do in health.

You thus see that the whole behaviour of the temperature forms an important feature in the history of a disease, and that it must be studied as unfolded by actual experience, and not as evolved from any preconceptions of what, from analogy or otherwise, we ought to expect. The want of definite knowledge on this subject leads to many erroneous inferences from the readings of the thermometer; and the vagueness of the indications of the temperature in this respect accounts, no doubt, for the long time it has taken to secure its place in practical medicine. So long as various diseases were confused together, and were not to be recognised from each other, the temperature might only mislead. A high temperature in relapsing fever, for example, has a much less serious significance than the same degree in typhus or enteric fever. But since our means of diagnosis have enabled us to separate such fevers, we can also separate the history of their temperature.

In some diseases the course of the temperature may be said to be typical, in others less typical, and in some there may be an absence of any typical character. Even in this last case, however, the very absence of certain points may assist the diagnosis. Departures from the typical course in a disease ought, here as elsewhere, to excite suspicion, and the thermometer may indicate a coming danger before any mischief or complication can be detected as the explanation of the disturbance. Sometimes, no doubt, the alarm may seem to have been a false one, for no obvious complication may appear to justify the warning; but this, no doubt, arises from the imperfection of our methods of research, and even in such a case the excitation has a meaning which should not be despised.

Along with the pulse, the temperature will be found a most valuable guide in all acute diseases. As a rule, the two will be found to go up and down together; but sometimes a rise or fall in the one will have its significance much affected by a due consideration of the behaviour of the other; they both stand closely related to the most important operations going on in the human body whether in health or disease. By the brilliant achievements of physical diagnosis, we often obtain the evidence of mischief done and of organs changed; but by means of the temperature, when wisely used and considered in its relationship with all the circumstances and conditions of the patient, we frequently get a revelation of the state of turmoil which may result in these physical changes, and so we may sometimes be enabled to foresee the dangers, and perhaps to apply the remedy in time.

\* It may be had from Hugh Hopkins, Esq., Resold Street, Glasgow.

Poore

## AN INTRODUCTORY LECTURE

TO A

COURSE OF LECTURES ON PUBLIC HEALTH.

DELIVERED AT CHARING-CROSS HOSPITAL, ON TUESDAY,

MAY 19, 1874.

GENTLEMEN,—Those who, like myself, enjoyed the great privilege of listening to Sir William Jenner's lectures on Medicine at University College are not likely to forget the emphasis given to the opening sentence of the first lecture, that "*The great aim of the physician is to prevent disease.*" We are gradually all beginning to recognise the truth of this doctrine, and hence it is that lectures on "Public Health" are daily becoming more and more essential in the programme of every medical school. Dr. William Farr, in a lecture delivered before the British Medical Association in 1869, speaking of the duties of medical men in regard to public health, said: "We want help; and we ask for it from the chemist, the engineer, the naturalist, the

B

highest statesman, and the humblest town councillor." The help of the last-named you are only likely to need when you come to apply your knowledge, but the help of the first two is surely necessary in the class-room, where the requisite knowledge of the science of public health is to be imparted to you. The thoroughly educated "sanitary officer" may be a being of the future, but as yet can hardly be said to exist; and therefore I think the Council of this school have done wisely in dividing the responsibility of teaching this important subject between a chemist, an engineer, and a physician. It is not for me to speak of the choice they have made. Of Mr. Heaton's successful teaching of chemistry in this school for many years it is needless for me to say anything. Of Mr. Eassie, who comes among us now for the first time, and whose works on sanitary engineering are well known, it is also needless for me to speak, unless it be to congratulate the school on having obtained his services. For myself, I will only say that I will do my best to merit your attention.

There may have been a time in the history of the world—when it was very young, however,—when the public health took care of itself and the conditions of existence were such as not to be likely to cause disease. When populations were very thin, when man was a noble savage almost untrammelled by clothing, living by hunting, never residing in dense crowds, leaving his effete matters

to be disinfected by the earth, the air, and the sun; frequently changing his camping-ground; and before he had learnt to become luxurious, and to spend his time in habitations artificially warmed and artificially lighted, and to eat and drink a great deal more than is good for him,—when, in fact, he lived a life more like that of a wild animal, (perhaps, he might have been rightly regarded as a wild animal)—it is possible that disease was rare, that men attained the age of some of the Biblical patriarchs, and died at last of sheer old age, without ever having had even measles or hooping-cough, which now-a-days none of us escape.

If we look at the history of the world, we find that wherever man has been collected into crowds, there disease has broken out.

The Bible is full of such instances. The Israelites in the desert were frequently smitten by pestilence, and many of the laws promulgated by Moses had most direct bearing upon public health. He at least seems to have recognised the importance of separating the sick from the healthy, and of thoroughly disinfecting the persons, clothes, and even the houses of those afflicted with leprosy or other forms of sickness. The plague which broke out amongst the hosts of Sisera, and the plague recorded by Homer as occurring at the siege of Troy, are familiar ancient examples.

It is not too much to say that, in the history of

every great city, many chapters would have to be devoted to the history of its pestilences.

From the fourteenth to the seventeenth centuries, at a period when art was at its zenith; when many of the cities of Europe were as crowded with inhabitants as they are at present; when Genoa, Rome, Naples, Venice, Paris, and London were already great centres of commercial or political activity, filled with inhabitants sunken for the most part in the grossest superstition,—in the pre-scientific era, when men lived as artificially as they do at present, without the least knowledge of warding off the evils which such an artificial existence certainly brings with it,—in an age when flourished the greatest painters, sculptors, poets, and architects which the world has seen, but before the dawn of the Baconian philosophy,—disease was more rampant, perhaps, than at any period of the world's history.

In 1348, 100,000 persons are said to have died in London alone of the "black death"—a number frightful enough, but small when compared with the 40,000,000 deaths which occurred from the same cause throughout Europe. In the sixteenth century there were five outbreaks of the sweating sickness, an epidemic scarcely less fatal than the "black death;" and in the first sixty-six years of the seventeenth century there were five outbreaks of plague, the last of which, in 1665, claimed nearly 70,000 victims in London alone.

Let me ask you to cast your eyes at the bill of mortality for this city in the year 1661. I have selected 1661 because it seems to me to be a good average bill, neither very high nor very low; and from it we may learn what were the diseases which our ancestors had to fear in an ordinary way.

*Bill of Mortality for the Year 1661.*

Abortive and stillborn . . . . .	511	French-pox . . . . .	44
Agod . . . . .	1302	Gout and sciatica . . . . .	11
Ague and fever . . . . .	3490	Grief . . . . .	17
Apoplexy and suddenly . . . . .	108	Gripping in the guts . . . . .	1061
Bodrid . . . . .	3	Hanged and made away	
Bleeding . . . . .	5	themselves . . . . .	13
Bloody flux, scouring,		Head—mould-shot and	
and flux . . . . .	314	mould-fallen . . . . .	28
Burnt and scalded . . . . .	4	Jaw-fallen . . . . .	2
Cancer, gangrene, and		Jaundies . . . . .	141
fistula . . . . .	69	Imposthume . . . . .	160
Canker, sore mouth, and		Killed by several acci-	
thrash . . . . .	95	dents . . . . .	26
Childbed . . . . .	224	King's evil . . . . .	48
Chisomes and Infants . . . . .	1400	Lethargy . . . . .	11
Cold, cough, and hiccough . . . . .	14	Leprosy . . . . .	1
Colick and wind . . . . .	186	Lunatick, distracted, and	
Consumption and tussick . . . . .	3788	frenzy . . . . .	11
Convulsion . . . . .	1198	Megrims . . . . .	3
Cut of the stone and stone . . . . .	36	Measles . . . . .	188
Dropsy and tympany . . . . .	967	Mother . . . . .	4
Drowned . . . . .	57	Murdered, slain, and	
Executed . . . . .	16	shot . . . . .	52
Frighted . . . . .	2	Overlaid and starved . . . . .	37
Flox and small-pox . . . . .	1246	Palsy . . . . .	26
Found dead in the		Plague . . . . .	20
streets, fields, etc. . . . .	8	Planet . . . . .	3

Plurisy	11	Spotted fever and purples	335
Poisoned	2	Strangury	23
Quinsy and sore throat	13	Stopping of the stomach	170
Rickets	413	Surfeit	212
Rising of the lights	227	Swine-pox	6
Rupture	18	Teeth and worms	1195
Scurvy	85	Vomiting	20
Sores, ulcers, broken and bruised legs	61	Total	19,771
Spleen	5		

The gross mortality was 19,771, which, if we take the population of that time at half a million (for which there seem many good reasons), gives us an annual death-rate of 39.5 per 1000 people living.

The average death-rate at the present day in London may be put at 24 per 1000; so that, whereas the average age attained by the population was then only twenty-six years, it may now be stated as averaging nearly forty-two years. If, then, we may say that the science of public health has in the first two centuries of its existence lengthened the average lives of us Londoners by sixteen years, I think I need add no more facts to recommend the subject to your serious consideration.

An inspection of this bill of mortality forces many reflections upon us. There are causes of death, for example, which have now almost or completely disappeared. For instance, ague is very rarely seen at all in London, and when seen

is never fatal. This fact is surely due to hygienic improvement in the matter of draining. Bloody flux, which was probably dysentery, has also almost disappeared, and from similar causes. Small-pox, which then seldom claimed less than its thousand victims a year, has now been robbed of all its terrors, and might probably, if there were more prudence and less fanaticism abroad be quite abolished. Plague is no longer a cause of death with us. Spotted fever and the purples visit us but rarely; and scurvy, which then killed its eighty or ninety a year, has wholly vanished.

It will be obvious too, to you that there are on the list many death-causes which, although they still remain, are far less operative now than then.

If we add together the deaths from violent causes, we find that they amount to 178. This gives us 1 violent death in every 111 deaths.

If we glance at the first return of the Registrar-General for the year 1837, we find that out of a total, for the latter half of the year, of 24,959 deaths, 580 were from violent causes. This gives us 1 violent death in every 43 deaths.

In the return for the year 1854, which I happen to have by me, we find that (excluding deaths from cholera) there was 1 violent death to every 35 deaths.

Thus we see that, whereas the general death-rate has steadily decreased, the deaths from violent causes have increased in an undue proportion, and

we are forced to reflect that railways, machinery, and lucifer-matches have been formidable opponents to the efforts made by the science of hygiene to lower the death-rate.

In these bills of mortality there is a frequently recurring cause of death—viz., “blasted” and “planet-struck,”—and in one of them we find “apoplexy, blasted, and planet-struck” grouped together as though there was some relation between them. These facts, as well as the consideration of the immense mortality, make us appreciate the spirit in which was written that verse of the Litany:—“From lightning and tempest; from plague, pestilence, and famine; from battle and murder, and from sudden death. Good Lord deliver us.” The nomenclature, and classification of disease employed in these bills show us more plainly than could anything else the immense progress of medicine made since the dawn of science. The great mortality of these times was due in a small degree (at least, it is flattering to ourselves to think so) to the absence of anything like scientific medical knowledge. Mainly however, it was due to faulty hygienic arrangements in the matter of *houses, food, water and drainage.*

With regard to the *houses*, the following letter of Erasmus tells its own tale, and needs no comment:—

*Letter of Erasmus to Francis, Physician to the Cardinal of York, 1518 or 1519.*

“I often wonder and lament how it happens that for so many years Great Britain has been afflicted with pestilence without intermission, particularly with the sweating sickness, a malady which seems peculiar to itself. We read of a city being delivered from a pestilence, which had long ravaged it, by the destruction and renewal of its buildings, in accordance with the advice of some philosopher. Either I am greatly deceived, or by some such plan must England be delivered. In the first place, they never think whether their doors and windows face north, south, east, or west; and in the second place, the rooms are generally so constructed that, contrary to Galen’s rule, no thorough draught can be sent through them. Then they have a large part of the wall fitted with sheets of glass, which admit the light but keep out the air, and yet there are chinks through which they admit that filtered air, which is all the more pestilential because it has been lying there a long time. Then the floors are generally strewed with clay, and that covered with rushes, which are now and then renewed, but so as not to disturb the foundation, which sometimes remains for twenty years nursing a collection of spittle, vomits, excrements of dogs and human beings, spilt beer and fishes’ bones, and other filth

that I need not mention. From this, on any elevation of temperature, there is exhaled a vapour which, in my judgment, is by no means beneficial to the human constitution. Besides, England is not only surrounded on all sides by the sea, but many parts of it are very marshy, and it is intersected with salt rivers, to say nothing just now of the salt fish, of which the common people are wonderfully fond. I should have confidence in the island becoming more healthy if the use of rushes could be abolished, and the bedrooms so built as to be open to the sky on two or three sides, and if all the glass windows were so made as to open or shut all at once, and to shut so fast as to leave no chinks through which noxious winds could force a passage: since, as it is also sometimes healthy to admit the air, so is it sometimes healthy to exclude it. The vulgar laugh if you complain of their cloudy sky. I can only say, that for thirty years past, if I entered a room in which no one had been for some months, I would immediately begin to feel feverish. It would be an advantage if the vulgar could be persuaded to live more sparingly, and to be more moderate in the use of salt fish. Then there might be policemen who should have the charge of seeing that the streets were kept clean from filth, and they should also look after the neighbourhood of the city. I know you will laugh at me for making myself anxious about these matters, but I do so

out of friendship for a country which has so long afforded me hospitality, and where I would willingly spend the remainder of my life if I could. I doubt not that you in your wisdom know far more about these things than I do, but I wished to mention them, in order that, if my judgment should accord with yours, you may commend them to the consideration of the leading men of the country, for these things used to be the care of monarchs. I would very gladly have written to his Reverence my Lord Cardinal, but I had neither time nor anything to say, and I know well how immersed he is in the affairs of State."

As to the *diet* of our ancestors, we have abundant evidence that it was excessive in amount, and largely consisted of animal food. To this was due the constant presence of "scurvy" as a death-cause, and there can be no doubt that an ill-nourished population like that of Old London was little able to resist the ravages of the various epidemics which worked such fearful havoc amongst it.

Of the *water supply* of Old London I have been able to find very little reliable information. In a plan of Roman London which is given in Mr. Walter Thornbury's account of "Old and New London," several streams, tributaries of the Thames, are indicated. Langbourne, Sherbourne, and Walbrook were then *bond fide* rivulets, but now remain to us only in name. The Fleet River is called in the plan "the River of Wells," and with



some show of justice, for on its banks were Bride-well, Clerkenwell, Sadler's Wells, and Bagnigge Wells, as also the wells of St. Pancras. Into this river of wells flowed, from the westward, the *Old Bourne*, which we still have only in name as Holborn. This word *bourne*, which most certainly means brook, and is the same probably as the Scotch *burn*, is to be found also in the words Cranbourne, Tyburn, etc. It admits of no doubt that much of the water consumed by the inhabitants was taken direct from the brooks and from the Thames.

If we may take the names of streets and districts as any indication, we may infer that there were other brooks and wells from which the inhabitants were supplied, as the names of Shoreditch, Houndsditch, Shadwell, Goswell, Chiswell, and Holywell seem to bear witness. Private wells were probably common, and were, one would suspect, to be found in most of the better class of houses.

The earliest form of waterworks were the conduits, which were apparently reservoirs set up in some of the most crowded parts of the town, and which received their supply from the water-sources on the neighbouring high ground.

Timbs tells us that New Bond-street was in 1760 an open field, called *Conduit Mead*, from one of the conduits which supplied this part of the town with water; and Conduit-street received its name for the same reason. Carew Mildmay, who

died between 1780 and 1785, told Pennant that he remembered killing a woodcock on the site of Conduit Mead when it was open country.

Spring water was formerly conveyed to public reservoirs in the city by leaden pipes from various sources in the suburbs—viz., from Tyburn in 1236, from Highbury in 1438, from Hackney in 1535, and from Hoxton in 1546.

A drawing of the time of Charles I. shows a stone conduit in St. James's-square.

Lamb's Conduit was founded in 1577 by William Lamb, citizen and cloth-worker. The conduit head was in the fields near the street which bears its name, and Ormond-street, whence the water flowed in pipes 2000 yards long to the conduit on Snow-hill.

Tyburn furnished nine conduits, and with Bayswater was viewed periodically by the Lord Mayor. In 1562 it is recorded that on the occasion of viewing the conduits they dined at the Banqueting House, which stood on the site of Stratford-place, and that they killed a hare before dinner and hunted a fox afterwards. At the south end of the Serpentine you may see the remains of the conduit head which supplied Westminster-palace.

Mr. Thornbury gives us the following particulars concerning the conduits in Cheapside:—"The great conduit of Cheapside stood in the middle of the east end of the street, near its junction with the Poultry, while the little conduit was at the

west end, facing Foster-lane and Old Change. Stow, that indefatigable stitcher together of old history, describes the larger conduit curtly as bringing sweet water 'by pipes of lead underground from Tyburn for the service of the city.' It was castellated with stone and cisterned in lead about the year 1285; and again new-built and enlarged by Thomas Ham, a sheriff, in 1749." To these conduits repaired the water-carriers, "who were hired to supply the houses of the rich goldsmiths of Chepe, and who, before Sir Hugh Myddleton brought the New River to London, were indispensable to the citizens' very existence." In the reign of Edward III. the supply of water for the city seems to have been derived chiefly from the river, the local conduits being probably insufficient. We read further that in the reign of Henry V. complaints were made by the poor that the brewers, who rented the fountains and chief upper pipe of the Cheapside Conduit, also drew from the smaller pipe below, and the brewers were warned that for every future offence they would be fined 6s. 8d. There is, I believe, still at Pentonville a house called the "White Conduit Tavern," which stands partly upon the site of a notable but not very reputable place of entertainment called White Conduit House, which was much frequented by the citizens of London a century ago. There were the remains of an old stone conduit here as recently as 1831. It was built in the reign of Henry VI., and

repaired in 1641. It supplied the Carthusian Friars, and afterwards the boys' at the Charterhouse School. In 1654 the supply fell short, and a supply from the New River was decided on.

"The difficulty of supplying a sufficient quantity of water to the inhabitants by means of wells, conduits, and water-carriers, continued to increase until the year 1582, when Peter Morice, a Dutchman, undertook, as the inhabitants could not go to the Thames for the water, to carry the Thames to them. With this object he erected an ingenious pumping-engine in the first arch of London-bridge, worked by water-wheels driven by the rise and fall of the tide, which then rushed with great velocity through the arches. This machine forced the water through leaden pipes, which were laid into the houses of the citizens; and the power with which Morice's forcing-pumps worked was such that he was enabled to throw the water over St. Magnus's steeple, greatly to the wonderment of the Mayor and Aldermen, who assembled to witness the experiment. The machinery succeeded so well that a few years later we find the Corporation empowering the same engineer to use the second arch of London-bridge for a similar purpose. The river-pumping leases continued in the family of the Morices until 1701, when the then owner sold his rights to Sir Richard Soams for £38,000, and by him they were afterwards transferred to the New River Company."—(Smiles' "Lives of the Engineers," vol. i.)

There is no room to doubt that the water-supply was wretchedly bad; and since it is certain that these various bournes, wells, and ditches, as well as the Thames itself, received the drainage of the soil and the sewage of the inhabitants, we cannot wonder that when the germs of some of those diseases which we call zymotic, and which are capable of being disseminated by water as well as by other means, were imported amongst the population, those zymotic maladies spread like wildfire, and proved disastrous in the manner that we read the black death, the sweating sickness, and the plague were disastrous. Even the most wholesome water which the Londoners could obtain was conveyed, we read, from Tyburn in leaden pipes and stored in a leaden cistern; and it would be curious to know how many of the inhabitants of Chepe suffered from attacks of colic or had blue lines upon the gums. It is true that the Thames, Kent, and Hertfordshire waters with which London is supplied at present seem incapable of acting upon lead, but of the power of the surface-water in the neighbourhood of London to dissolve lead we know little. It is at least possible that the heading "Gripping in the guts," which is so common in the old bills of mortality, may have included some cases of lead-colic.

The fact that, in the reign of Edward III.,—a reign memorable for one of the most fearful pestilences that this or any other country has ever seen

—the inhabitants apparently preferred to take their water directly from the river, renders it probable that the brooks and bournes had lost even then that coarse purity of which our senses can take cognisance. Walbrook, Oldbourne, and Langbourne, the very sites of which have passed away, were probably little better than open sewers, and had lost those characteristics which a wholesome brook should have—

"With here and there a lusty trout,  
And here and there a grayling;"

and—

"With many a silvery water brook  
Above the golden gravel."

The *drainage* of old London consisted probably of cesspools and surface-drains; and the lines of Swift, in which he describes a city shower, coarse though they be, seem worthy of quotation, as giving a vivid picture of metropolitan hygiene, even as late as the reign of Queen Anne:—

"Now from all parts the swelling kennels flow,  
And bear their trophies with them as they go:  
Filth of all hues and odours seem to tell  
What street they sailed from by their sight and smell.  
They, as each torrent drives its rapid force,  
From Smithfield to St. Pulchre's shape their course,  
And in huge confluence joined at Snow-hill ridge,  
Fall from the conduit prone to Holborn-bridge.  
Sweepings from butchers' stalls—dung, guts, and blood—  
Drowned puppies, stinking sprats, all drenched in mud,  
Dead cats, and turnip-tops, come tumbling down the flood."

Since the great plague of 1665, London has not,  
c

happily, been visited by any pestilence of at all similar proportions. This is attributable to several facts, foremost among which is doubtless our improved knowledge of disease and its causes; and we must not forget that the epochs of these last great plagues were also the epochs in which flourished two such men as William Harvey and Thomas Sydenham. Froude ("History of England," vol. i., p. 61), speaking of the change that gradually came over the English nation at the period of the Reformation, says:—"The paths trodden by the footsteps of ages were broken up; old things were passing away, and the faith and the life of ten centuries were dissolving like a dream. Chivalry was dying, the abbey and the castle were soon together to crumble into ruins, and all the forms, desires, beliefs, convictions of the old world were passing away, never to return. A new continent had risen up beyond the western sea. The floor of heaven, inlaid with stars, had sunk back into an infinite abyss of immeasurable space, and the firm earth itself, unfixed from its foundations, was seen to be but a small atom in the awful vastness of the universe! In the fabric of habit which they had so laboriously built for themselves, mankind were to remain no longer."

Philosophers had begun to inquire methodically into the meaning of, and to seek for reasonable interpretations of, natural phenomena; and the science of medicine could not—as we know it did

not—escape the influence of that general change of thought which was going on around it.

Another cause of the improved health of the metropolis was the Great Fire of 1666, which destroyed upwards of 13,000 houses, many of them of the class which Erasmus had condemned and which there can be little doubt were fever-dens of the worst description.

The only writer who has had the hardihood to advocate the systematic use of fire as a purifier is an American. Nathaniel Hawthorne, in his well-known novel "Transformation," says, speaking of the old buildings so common in Italy:—

"Gazing at them we recognize how undesirable it is to build the tabernacle of our brief lifetime out of permanent materials, and with a view to their being occupied by future generations. All towns should be made capable of purification by fire, or by decay, within each half-century. Otherwise they become the hereditary haunts of vermin and noisomeness, besides standing apart from the possibility of such improvements as are constantly introduced into the rest of man's contrivances and accommodations. It is beautiful, no doubt, and exceedingly satisfactory to some of our natural instincts, to imagine our far posterity dwelling under the same roof-tree as ourselves. Still, when people insist on building indestructible houses, they incur, or their children do, a misfortune analogous to that of the Sibyl when she obtained the grievous boon

of immortality. So, we may build almost immortal habitations, it is true; but we cannot keep them from growing old, musty, and unwholesome, dreary, full of death-scents, ghosts, and murder-stains; in short, habitations such as one sees everywhere in Italy, be they hovels or palaces."

A third cause, and a cause which has not, I think, been sufficiently recognized, was the construction of waterworks for bringing wholesome water to London.

It is stated that, as early as the reign of Queen Elizabeth, leave was granted to the citizens to convey a stream to London from any part of Middlesex or Hertfordshire. It was not, however, till 1609 that Mr. Hugh Myddleton, a Welsh goldsmith, who had enriched himself by mines in Cardiganshire, persuaded the Common Council to transfer their powers to him, and he undertook in four years, at his own risk and charge, to bring the Chadwell, and Amwell Springs from Hertfordshire to London by a route more than thirty-eight miles long. The scheme met with much opposition from the landholders of Middlesex and Hertfordshire, and before the work was completed the projector's resources were exhausted, and he was obliged to petition the King to assist him.

The date of the opening of the New River Head at Clerkenwell was September 29, 1613. "It was a considerable time, however," says Thornbury, "before the New River water came into full use,

and for the first nineteen years the annual profit scarcely amounted to twelve shillings a share."

Smiles computes the cost of the New River at £18,000. The pipes at first used were of wood. The leakage was so great through these wooden pipes that it is computed that about a quarter of the whole water was wasted. When these wooden pipes were in vogue—which we may be sure quickly rotted—it is no wonder that a prejudice existed against them. Water-carriers therefore long continued to drive a trade in water carried directly from the New River Head or the River itself, their cry being "Fresh and Fair New River Water! None of your Pipe Sludge!" At the source of the New River at Chadwell, near Ware, a memorial stone has been erected bearing the following inscription. "Sacred to the memory of Sir Hugh Myddleton, Baronet, whose successful care, assisted by the patronage of his King, conveyed this stream to London: an immortal work, since no man cannot more nearly imitate the Deity than in bestowing Health."

Besides the prevention of disease, one of the great aims of the science of public health is, or most undoubtedly ought to be, the improvement of the race. We have only to look at the children—pale, wretched, pinched, crooked-limbed, and fighting with disease—who swarm in the London streets, and compare them with the sturdy, rosy-checked boys and girls that one encounters in well-

careful country districts, to be sure that the town-bred children of the poor, whose resources are not sufficient to counteract the adverse surroundings which encompass them, must be vastly inferior as citizens—physically as well as morally—to the children who enjoy from their birth all the advantages of fresh air, free exercise, and healthy parentage.

The theory of "natural selection," broached a few years since, ought certainly to have a great influence upon the science of public health and upon the enactments which may be necessary for the forwarding of that science. According to the theories of natural selection, the weak members of a family are sure to be worsted in the battle of life, and the strong will alone survive the struggle and bear off the rewards of victory. In this way the gradual improvement of the race is insured by the eradication of the weeds and the giving of more room for the healthy plants to flourish in.

Now, the science of public health must have the effect, and doubtless has had the effect, of lessening the enemies with which man has to contend, and thus there can be no doubt that many more sickly weeds survive to manhood than formerly; and therefore against the great good which public health enactments doubtlessly effect for us, must be placed the counterbalancing reflection that excessive protection interferes with that process which bears good fruit in the long run—I mean "natural selection."

"To Plato," says Lord Macaulay, "the science of medicine appeared to be of very disputable advantage. He did not, indeed, object to quick cures for acute disorders, or for injuries produced by accidents; but the art which resists the slow sap of a chronic disease, which repairs frames enervated by lust, swollen by gluttony, or inflamed by wine—which encourages sensuality by mitigating the natural punishment of the sensualist, and prolongs existence when the intellect has ceased to retain its entire energy,—had no share of his esteem." "The exercise of the art of medicine ought, he said, to be tolerated so far as that art may serve to cure the occasional distempers of men whose constitutions are good. As to those who have bad constitutions, let them die; and the sooner the better."

If this Platonian doctrine were acted upon, there can be little doubt that the remnant of the present population which would remain would be a remnant having robust constitutions, and therefore calculated to transmit strength and stamina to the generations which should succeed them.

In centuries gone by the elimination of the physically, mentally, or morally weak was more abundantly effected than at present. All the diseases bred of ignorance and overcrowding assailed the population in the most virulent manner; and perhaps I shall not be thought wanting in respect to the mighty dead if I put forward a doubt as to whether the treatment of the physicians of that time,

with their antiphlogistics, bleedings, purgings, hot regimens, and barbarous nostrums, had even the merit of doing no harm. It must have been very seldom that the prescriptions and remedies ran counter to the ideas of Plato by repairing the enervated frame or resisting the slow sap of a chronic disease.

The mentally weak were eliminated in the same way. In those dark ages a man who became mentally deranged was regarded from different points of view, according to the form which his derangement took.

"If," says Dr. Maudsley, "the ravings of the person took a religious turn, and his life was a fanatical practice of some extraordinary penance, . . . he was thought to have reached the ideal of human excellence, and was canonised as a saint; more often his state was deemed to be a possession by the devil or other evil spirit, or the degrading effect of a soul enslaved by sin. . . . It was the natural result of such views of madness that men should treat him whom they believed to have a devil in him, as they would have treated the devil could they have had the good fortune to lay hold of him. When he was not put to death as a heretic or a criminal, he was confined in a dungeon, where he lay chained on straw; his food was thrown in, and his straw raked out through the bars; sight-seers went to see him as they went to see the wild beasts—for amusement; he was cowed by the

whip or other instrument of punishment, and was more neglected and worse treated than if he had been a wild beast. Many insane persons too were, without doubt, executed as witches or as persons who had, through witchcraft, entered into compact with Satan." In this way, the insane were quickly or slowly, but nevertheless surely, to a great extent eliminated from the ranks of the people.

The elimination of the morally depraved was effected in a no less thorough manner. By an Act of Henry VIII. it was enacted that vagrants, beggars, and such as could give no good account of themselves, should suffer as follows:—

If caught begging once, being neither aged nor infirm, he was whipped at the cart's tail. If caught a second time, his ear was slit or bored through with a hot iron. If caught a third time, being thereby proved to be of no use upon this earth, but to live upon it only to his own hurt and to that of others, he suffered death as a felon.

Thieves, when convicted, were generally sentenced to death, and the sentence was not infrequently carried out; and although Mr. Froude discredits the assertion which has been made that as many as 72,000 criminals were executed in the reign of Henry VIII., there can be no doubt that the number of such executions was enormously great. Thus we see that disease, the State, and the gallows were great eliminators of worthless characters; and although, through these as well as

other—and probably more important—causes, the population remained numerically almost at a standstill, there can be no doubt that the race who conquered the Spanish Armada, and which produced a Shakespeare, a Raleigh, a Drake, a Bacon, was a race which had approached to no mean degree of physical and mental excellence, and that too almost without the aid of sanitary legislation or compulsory education.

The nineteenth century differs from the sixteenth in this—that it is far more benevolent in its treatment of the sick and erring. At the last census in 1871 it was found that of the 3,250,000 persons inhabiting the metropolis, no less than 60,000 were living as the inhabitants of work-houses, hospitals, asylums, and prisons, at the expense of the rest.

We cherish our weeds. The patient with mental disease is allowed to go abroad as soon as the solicitous care of the physician has restored to him his reason; the hardest and most inveterate scoundrels in our prisons are often set at liberty with a ticket of leave; prostitutes are still permitted except in a few favoured localities to ply their calling and disseminate disease without restraint; and it is hardly too much to say that the hangman's office has become a sinecure. We adopt the same tactics with mental and moral diseases as we do with physical maladies, and in our treatment of them we are actuated by the feeling that

prevention is better than cure. And so indeed it is; and no one will deny that, for all concerned—the healthy as well as the sick and erring—the less harsh we are in the treatment of our unfortunate brethren, the better. It is certainly more rational, more humane, and more in accordance with Christian doctrine to prevent than to be ready to adopt capital measures for eradication.

The only objection which can be raised against our humane course of action, arises from the knowledge that much disease both of mind and body is hereditary; and when we reflect that the consumptive when he leaves the hospital, the madman when he quits the asylum, the habitual criminal when he gets his discharge or ticket of leave, and the syphilitic prostitute, are all capable of transmitting their several taints to generations yet unborn, we can hardly repress the doubt which arises in our minds as to whether Plato was not in the right after all.

“All persons,” says Dr. Maudsley, “who have made criminals their study, recognise a distinct criminal class of beings, who herd together in our large cities in a thieves' quarter, giving themselves up to intemperance, rioting in debauchery, without regard to marriage ties or the bars of consanguinity, and propagating a criminal population of debauched beings. . . . In addition to the perversion or entire absence of moral sense, which experience of habitual criminals brings prominently



out, other important facts disclosed by the investigation of their family histories are, that a considerable proportion of them are weak-minded or epileptic, or become insane, or that they spring from families in which insanity, epilepsy, or some other neurosis exists, and that the diseases from which they suffer and of which they die are chiefly tubercular diseases and diseases of the nervous system. Crime is a sort of outlet in which their unsound tendencies are discharged; they would go mad if they were not criminals, and they do not go mad because they are criminals."

The State has so much respect for the liberty of the subject that one can hardly expect that any measures will ever be taken to prevent the marriage of those tainted with hereditary sickness or to stop the propagating power of habitual criminals. But it is harder to understand the unwillingness of English Governments to interfere with the liberty of the prostitute. Dr. Parkes says—"A woman chooses to follow a dangerous trade—as dangerous as if she stood at the corner of the street exploding gunpowder. By practising this trade she ought at once to bring herself under the law, and the State must take what precautions it can to prevent her doing mischief. The State cannot prevent prostitution. We shall see no return to the stern old Scandinavian law, which punished the prostitute with stripes and death; but it is no more interference with the liberty of the subject to prevent a

woman from propagating syphilis, than it would be to prevent her propagating small-pox."

Dr. Acland, in a lecture on "National Health," delivered in 1871, mentions the following case:—"A girl, having been seduced, entered a workhouse; a female child was born. She was brought up in the union, and was there at school till nearly of age. She went out, straightway became first a prostitute, and then a syphilitic; returned to the workhouse, and brought forth a syphilitic infant, to be reared, like her mother, with difficulty. There she lives in misery, and may perhaps repeat the dismal tragedy of her grandparent and her parent at the cost of the nation."

This is a solitary instance recorded by a physician to whom the facts of the case were accidentally known. Who can say how many such cases go unrecorded both in and out of workhouses, or what is the amount of evil worked in this country by an unchecked system of prostitution, which is capable of undermining not only the health of the present but of succeeding generations?

The only check which we have as yet attempted to place upon certain of the evils last enumerated—the evil of unrestrained marriage between people who are physically or mentally deranged; the evil of allowing habitual criminals to wander among us and perpetuate their degraded class; and the evil of respecting the liberty of the prostitute at the expense of the health of citizens who follow

honest callings—is the moral check. We have got a compulsory Education Act, and, if evasion of it be prevented, we may hope that within sixty years or so from the present date every British subject will possess the means of educating himself if he choose—*i.e.*, a knowledge of reading, writing, and a little arithmetic.

How many thousands of generations it will take before education stifles the insane germs which lurk in the minds of not a few of us, or at what time, if ever, the world will see the prostitute, by the study of divine philosophy, led to see the errors of her ways, it would be waste of time to speculate.

"An acre in Middlesex," says Macaulay, "is better than a principality in Utopia. The smallest actual good is better than the most magnificent promises of impossibilities. The wise man of the Stoics would no doubt be a grander object than a steam-engine; but there are steam-engines, and the wise man of the Stoics is yet to be born!"

Besides the Education Act, which there can be no doubt will do much to develop the mental and moral excellence of the nation, there are other means of improving the national health which surely ought not to be neglected. Perfect health, we are told, consists of "a sound mind in a sound body"—*Mens sana in corpore sano*. The ideas of the ancients, that body and mind were distinct and separable from each other, have long since exploded, and, according to modern views, a sound

mind is merely the outcome of a perfectly sound body. If, therefore, we are to have a national system of mental training, surely we ought to have a national system of physical training as well. For us, whose masses are for the most part centred in densely populated and unhealthy cities, this physical training seems doubly important. In the early days of our history, when the feudal system still existed among us, every able-bodied man in the country was trained to bear arms; and although there was no standing army, no class who made fighting their sole profession, and physical training their principal aim in life, we were then dreaded by our foes, and rightly regarded as the fiercest nation in the world. In whatever way the physical training is to be effected—whether by a term of compulsory military or naval service or otherwise,—there can be no doubt that it is absolutely necessary; and if it be not carried out, and *with women as well as with men*, we shall undergo a great risk of physical deterioration, because a large proportion of the inhabitants of our cities are wholly unable to receive physical training in any shape except upon compulsion and at the expense of the State.

THE END.

[From the PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, No. 149, 1874.]

ON THE  
NATURE AND PHYSIOLOGICAL ACTION

OF THE

POISON OF *NAJA TRIPUDIANS*

AND OTHER

INDIAN VENOMOUS SNAKES.

(PART II.)

BY

T. LAUDER BRUNTON, M.D., Sc.D., M.R.C.P.,

AND

J. FAYREER, C.S.I., M.D., F.R.C.P. LOND., F.R.S.E.,  
SURGEON-MAJOR BENGAL ARMY.

*carinata*, and also of the *Trimeresuri*, which represent the viperine snakes in India.

Just as the *Naja* may be regarded as among the most virulent of the colubrine, the *Daboia* is probably as venomous as any of the viperine snakes, it being very deadly; whilst the Crotalidae are but feebly represented in India by the *Trimeresuri*.

The venomous colubrine snakes in India are represented by the *Naja tripudians*, *Ophiophagus elaps*, *Bungarus fasciatus*, *B. carolinus*, *Xenorhina bangaroides*, and the various species of *Collophis* and *Hydrophis*; whilst among the viperine snakes the Viperidae, or vipers, are represented in India by only two genera, each with a single species, *Daboia Russellii*, *Echis carinata*; the Crotalidae, or pit vipers, by the various *Trimeresuri*, *Pitopeltes*, *Halsz*, *Hypnale*, though these are much less active than their American congeners.

The *Daboia*, however, may be considered as virulent as the most deadly form of the Viperidae of Africa, or probably as the *Crotalus* or *Craspedocephalus* of the pit-vipers of America and the West Indies.

In a previous communication we have described the effect of the poison of *Naja tripudians* upon warm-blooded animals, and have illustrated it by experiments on the dog, rabbit, guinea-pig, and fowl.

We purpose in the present paper to compare its action with that of the poison of the *Daboia Russellii*, a viperine snake, to describe its effects upon cold-blooded animals and invertebrata, and to examine in detail its action upon the various organs of the body.

In our former paper we stated that the general symptoms of poisoning by cobra-venom are depression, faintness, hurried respiration and exhaustion, lethargy, unconsciousness, nausea, and vomiting. In dogs, guinea-pigs, and rabbits peculiar twitching movements occur, which seem to represent vomiting in them; occasionally, in fact, dogs and guinea-pigs (Experiment XX.) do vomit, and dogs are profusely salivated. As the poisoning proceeds, paralysis appears, sometimes affecting the hind legs first and seeming to creep up the body, and sometimes affecting the whole animal nearly at the same time. There is loss of coordinating power of the muscles of locomotion.

Hæmorrhage, relaxation of the sphincters, and involuntary evacuations, not unfrequently of a sanguineous or muco-sanguineous character, often precede death, and are generally accompanied by convulsions.

In fowls the appearance is one of extreme drowsiness; the head falls forward, rests on the beak; and gradually the bird, no longer able to support itself, crouches, then rolls over on its side. There are frequent startings, as if of sudden awaking from the drowsy state.

The following experiments upon pigeons and guinea-pigs show that the general symptoms produced by the poison of the *Daboia* are nearly the same as by that of the *Naja*. The local symptoms are greater extravasation of blood and effusion into areolar tissue. In Experiment III. it was noted

THE effects of the poison of *Naja tripudians* are probably the same as those of *Ophiophagus elaps*, *Bungarus*, Hydrophidae, and other poisonous colubrine snakes, whilst that of *Daboia Russellii* is similar to that of *Echis*

that greater lethargy and less violent convulsions occurred in the pigeon poisoned by cobra-venom than in that poisoned by *Daboia*; but this might readily be due to individual difference in the bird; and an opposite result is noted in Experiment VII. upon a guinea-pig. In one pigeon, killed by *Daboia*-venom, the blood remained permanently fluid after death; but in the other, and also in the guinea-pigs, it coagulated firmly. This is an exception to the rule which has been noticed in experiments made in India, that the blood after *Daboia*-poisoning remains fluid—in marked contradiction to death from cobra-venom, in which the blood almost invariably coagulates. Coagulation, however, of the blood of a fowl after death from the bite of a *Daboia* has also been noticed by one of us (Dr. Fayer) in India; and therefore the coagulation in our experiments was not due to the lower temperature of the atmosphere.

#### Experiment I.

August 27th, 1873.—Three milligrammes of dried *Daboia*-poison, received some weeks ago from Balasore, were injected into the thigh of an old and vigorous pigeon at 2.48.

2.53. No apparent effect, except that the bird is lame on that leg.

3.2. The bird is sluggish. Respirations hurried. Lameness continues.

3.18. Still sluggish, but it is not deeply affected.

3.30. Disinclined to move. When placed on the table it sunk on its breast. No nodding of the head.

3.45. Sudden and violent convulsions.

3.46. Dead in 58 minutes from the time of injection.

Electrodes inserted into the spinal cord soon after death caused movements of the wings, but not of the legs. Blood taken from the bird, just before death, partially coagulated after death. Blood taken from it after death, coagulated more firmly—but less firmly than some taken from another pigeon poisoned with cobra-venom.

#### Experiment II.

A young full-grown pigeon had 3 milligrammes of dried *Daboia*-poison injected into the peritoneum at 3.5 p.m.

At 3.13 it was observed to pass suddenly into violent convulsions, flapping its wings strongly. It continued in this state for a minute; and at 3.14 it died, 9 minutes after the injection.

Electrodes inserted into the spinal cord, in the neck, caused violent muscular contractions all over the wings and legs. The cord was thus evidently not paralyzed; but its irritability soon ceased. The blood remained permanently fluid, and became bright red on exposure to air: under the microscope (400 diameters) the corpuscles seemed normal. Rigor mortis came on.

#### Experiment III.

A full-grown young pigeon had 3 milligrammes of dried cobra-poison injected into the thigh at 2.49 p.m.

2.53. The respiration is very hurried; the bird presents a sluggish appearance and begins to droop.

3.2. The eyes are now closed and the bird is crouching; legs extended.

3.6. Convulsions; head and back resting on the ground; legs extended and paralyzed.

3.10. Dead in 21 minutes from the injection.

Electrodes inserted into the cord soon after death caused general contractions of the extremities, showing that the cord was not paralyzed. Its irritability soon disappeared. The symptoms in this bird are different from those in the one poisoned by *Daboia*-virus; there is more lethargy, nodding of the head, and apparent drowsiness before the convulsions, which are not so sudden or so violent.

#### Experiment IV.

A full-grown pigeon had 3 milligrammes of dried cobra-poison injected into the peritoneum at 3.5 p.m.

3.15. The bird is sluggish, nodding its head.

3.17. Gaping; the head is twitching, and the bird can hardly stand.

3.22. Convulsions. Several grains of Indian corn are vomited.

3.25. Quite paralyzed. Convulsions.

3.26. Dead in 21 minutes from the injection.

Electrodes in the cord soon after death caused movements in the limbs. The irritability rapidly disappeared, and at 3.33 was entirely gone.

The blood coagulated firmly after death.

When examined after death with a magnifying-power of 400 diameters, crenation of some of the red corpuscles was observed, but no other change was noticed.

#### Experiment V.

February 11th.—About  $\frac{1}{4}$ –1 cubic centimetre of a mixture of *Daboia*-poison with alcohol (1 part poison with 4 of alcohol) was injected into the left thigh of a small guinea-pig at 1.45 p.m.

Immediately afterwards it became very restless, and the nose began to be twitched inwards towards the breast.

1.48. The left leg drags somewhat.

1.54. The hind legs are jerked backwards regularly every few seconds.

1.55. It bites at its left leg.

1.58. It has drawn itself together almost into a ball.

2.2. The twitching still continues.

2.23. Its hind quarters have become nearly paralyzed. It lies on its side, and convulsive movements occur from time to time.

2.28 $\frac{1}{2}$ . It is apparently dead. The heart continues to beat strongly.

On opening it the lungs were slightly congested. Peristaltic movements of intestine active. The blood from the heart was allowed to run into a clean beaker. It was of a dark colour, but became red on exposure to air. It shortly afterwards coagulated and formed a firm clot.

*Experiment VI.*

February 11.—About 1 cubic centimetre of *Daboia*-poison (1 part poison mixed with 4 parts of alcohol) was injected under the skin of the left thigh of a guinea-pig at 1.13.

1.17. Animal rubbing its mouth with its fore paws. It is restless and moves about. There are slight twitchings, and it sits on its hind legs like a cat.

1.22. Very restless.

1.27. Head is drawn towards legs in a twitching fashion. Animal bites at the left leg. When it moves about, the left leg drags somewhat.

1.45. Has been very quiet and disinclined to move for some time.

1.56. About 1 cubic centimetre more was injected into the right thigh.

1.58. Both hind legs drag slightly.

1.58. The animal is very unsteady and tottering on its legs.

2.2. Both hind legs completely paralyzed, and, when the animal draws itself forward with its fore paws, the hind legs trail out behind it. There are twitchings of the fore part of the body.

2.17. Hind legs and loins quite paralyzed. The posterior part of the body lies flat on the ground, the abdomen being flattened out upon it. Paralysis seems gradually extending to the fore limbs. There is general twitching. It tries to crawl, but cannot drag itself forward, though it can still move the fore legs. Gnaws the bottom of the box in which it lies.

2.20. Almost motionless. Eye is still sensitive. Fluid has issued from the mouth. The animal can still move its head.

2.23. Convulsive movements.

2.24. Cornea insensible. Weak twitches of the trunk still occasionally occur; they seem to be of the nature of respiratory movements. Heart beats strongly.

In a minute or two afterwards the animal was opened. The heart was irritable and contracted when touched. The ventricle did not contract unless touched. The auricles were beating. The lungs were (I think) slightly congested. Blood from the large trunks in the thorax was collected in a vessel; it was of a dark colour; on exposure to air it became bright red and formed a firm coagulum. Peristaltic movements of the intestine were observed.

*Experiment VII.*

February 11<sup>th</sup>.—About  $\frac{1}{4}$  a cubic centimetre of milky-looking cobra-poison was injected into the right thigh of a guinea-pig of moderate size at 2.20. It became restless immediately, and the hind legs began to

twitch backwards. Shortly afterwards it again became quiet and sat quite still.

3.12. The animal did not seem to be much affected by the poison. Some more injected into left thigh.

4. Both hind legs became paralyzed, and the animal lay with them spread out behind it. The hind part of the body also sank down, so that the abdomen became flattened on the floor, just as with the *Daboia*-poison.

4.23. Convulsive twitches occur. The animal lies on its side. It is more convulsed than the one killed with *Daboia*-poison.

*Action of Cobra-poison on Frogs.*

When cobra-poison is injected under the skin of frogs they occasionally become very restless immediately after the injection. This, however, is by no means always the case; and as similar agitation occurs, often to a much greater extent, after the injection of other substances, it is to be attributed rather to the insertion of the needle than to the action of the venom. A gradually increasing torpor then comes over the animal, sometimes beginning some time after the injection, and then proceeding uninterruptedly, at other times being interrupted by occasional movements. The limbs are drawn close up to the body, and the head gradually sinks down between the hands in most instances; but sometimes, as in Experiment VIII, the head is held at first much more erect than usual. The power of motion is lost before that of sensation; for the movements caused by painful stimuli become weaker and weaker, although they may still follow each application of the irritant. The progressive weakness is well shown in the movements of the hind legs. After the frog has sunk down and is lying flat upon the table, pinching the toes causes it to kick vigorously; but by-and-by, instead of kicking, it merely draws away the foot from the irritant with a slow wriggling motion. If it is then lifted up from the table, so as to remove the resistance occasioned by friction, the wriggling entirely disappears, and the foot is promptly and easily drawn up to the body when pinched. This weakness seems to depend on the nervous system rather than on the muscles; for, even in this state of apparent paralysis, the animal occasionally displays considerable muscular power, and is able to spring to a considerable height, as in the following experiment. A similar condition is sometimes observed in warm-blooded animals, as in Experiment LX. The motor paralysis increases, no motion follows the application of any irritant, however powerful; but even then sensation exists, as is seen from Experiment LXXVI. The heart continues to beat after all motion in the body has ceased; but its pulsations become gradually slower, and at last cease altogether.

*Experiment VIII.*

September 12<sup>th</sup>, 1873.—Three frogs of nearly equal size were selected, and a dose of dried cobra-poison dissolved in water was injected into the

dorsal lymph-sac of each. The quantity injected into No. 1 was estimated to be equal to three or four drops of the fresh poison, that into No. 2 about a drop, and into No. 3 about half a drop. These estimates, however, are not to be absolutely depended on.

The injection was made into all three about 3 p.m.

3.17. Nos. 1 and 2 are sitting with the head much more erect than usual and the belly depressed. No. 3 has the head depressed between the fore paws.

3.22. No. 3 is now sitting up in the normal posture.

4. No. 1 lies quite quiet; when moved its limbs give a slight wriggle. Applied strong acetic acid to its legs; after many seconds it gave a faint wriggle. No. 2 also lies quiet. When its legs are pulled back it can still wriggle them up towards its body. When held up it can kick well. After being placed on the table it suddenly, and without any apparent reason, sprang up to a considerable height. No. 3 presents the same appearance as No. 2, but seems more paralyzed.

4.5. No. 1 does not react at all to any painful stimulus. Nos. 2 and 3 wriggle their legs when pinched. The observation was now discontinued. Next morning all three were dead.

#### Action on Lizards.

The action of cobra-poison upon lizards seems very similar to that which it has upon frogs; the animal becomes sluggish and difficult to rouse; and the bitten part is affected by paralysis, so that, if a limb has been thus wounded, it is dragged by the animal. The paralysis afterwards extends to the rest of the body, and death ensues. Experiments on this subject have been recorded by one of us (Dr. Fayer) in the 'Thanatophidia of India.'

#### Effect of Serpent-venom on Snakes.

The bite of venomous serpents, such as the cobra, *Daboia*, and *Bungarus*, generally proves fatal to innocuous serpents, but not always. The occasional escape of the latter is probably due to the quantity of poison absorbed having been small, either absolutely, or relatively to the size of the bitten snake. The effect of the size of the innocuous snake upon the time required by the poison to produce a fatal effect is illustrated by experiment *f*, in which a small rat-snake was killed by the bite of a *Bungarus eximius* (less poisonous than a cobra) in 7 hours 17 minutes, while a large snake of the same species was not killed by the bite of a cobra till after about 36 hours (experiment *a*); and another still larger one was unaffected by the cobra-venom (experiment *g*). Venomous snakes are not generally affected either by their own poison or that of another sort of snake, no less than 15 drops of venom having been injected hypodermically into a cobra (Experiment *r*) without effect; but small ones

are occasionally killed by large individuals belonging either to the same or to a different species\*.

The symptoms caused by the poison were the same in both the innocuous and the venomous snakes killed by it, and consisted chiefly of sluggishness and indisposition to move, which probably signifies in the snake, as it does in the frog, a progressive paralysis. Only in experiment *b* were convulsive movements noticed. The movements of the tail in experiment *c*, after motion had ceased in every other part of the body, are remarkable.

The poisonous action of the venom of the cobra, *Daboia*, and *Bungarus* upon innocuous snakes is shown in the following experiments selected from a number recorded in the 'Thanatophidia of India':—

Exp. *a*.—March 10th, 1868.—A rat-snake (*Ptyas mucosa*), about 6 feet in length, was bitten by a large cobra at 12.54. Before closing the snake's jaws on the part the scales were scraped off. Blood was freely drawn by the snake's fangs from bites inflicted in two places.

1.8 p.m. Appears sluggish; wound bleeding freely.

1.16. Perfectly active, and moves about rapidly in the cage.

1.35. No change.

There was no apparent change in the snake all that day or the next, except that it may have been a little more sluggish. It died in the night of the 11th, being found dead on the morning of the 12th.

Exp. *b*.—A small grass-snake (*Tropidonotus quinquevittatus*) was bitten by a cobra at 1.12 p.m.

1.11. Very sluggish.

1.20. Tosses its head about in a convulsive manner.

1.25. Dead 13 minutes after the bite.

Exp. *c*.—Two tree-snakes (*Dendrophis picta*), one about 3 feet 4 inches long, and the other somewhat smaller, were bitten by a cobra.

1.7. The larger snake bitten.

1.8. The smaller one bitten.

1.12. Both sluggish.

1.15. The smaller snake dead 7 minutes after the bite.

1.16. The larger one dead 9 minutes after the bite.

They simply seemed to become sluggish and powerless; there were no convulsions, no writhings or contortions. After they had appeared quite dead for a moment or two, the tail of each moved slightly.

Exp. *d*.—A green whip-snake (*Pseustes myzeticus*), more than 3 feet long, was bitten by a cobra about 10 inches from the head, at 12.37 p.m.

12.38. Sluggish, moves less actively; gapes, keeping the mouth wide open.

\* It is probable death may be due to other causes, especially in the case of a *Daboia*-bite, where the fangs are so large that the wound and internal hemorrhage might cause death.

12.39. Almost paralyzed; mouth now closed; head lying on the side. The body is swollen where bitten.

12.43. Dead 7 minutes after the bite. This snake was peculiarly active and vigorous though innocuous.

Exp. e.—A green whip-snake (*Pseustes myzocercus*), somewhat smaller than the former one, was bitten in the body by a *Daboia* at 1.40.

1.45. Almost powerless. It gradually became more and more exhausted, gaped like the one bitten by the cobra, and at 2.2 it was dead 22 minutes after the bite. The *Daboia* had been in confinement for some time and was probably exhausted.

Exp. f.—A small rat-snake (*Ptyas mucosa*), about 2 feet long, was bitten by a *Bungarus coruleus* 42½ inches long in the muscles of the back at 1.8 p.m.; blood drawn.

2.30. Sluggish; has lost all its vivacity.

8.25. Found dead 7 hours and 17 minutes after the bite.

The occasional escape of an innocuous snake after the bite of a poisonous one is illustrated by Experiment g. Several others were made with a like result.

Exp. g.—A full-grown rat-snake (*Ptyas mucosa*), about 8 feet long, was bitten by a fresh cobra about two thirds grown and about half its own size. About 13 minutes after the bite it seemed restless and uneasy, but remained perfectly active, and was perfectly well on the third day after the bite.

The power of one venomous snake to kill another appears from the following experiments.

Exp. h.—A *Bungarus fasciatus*, nearly-full grown, was bitten by a very large and powerful cobra 5 feet 8 inches in length. It was bitten twice, about 8 inches from the head, at 12.22 p.m. The cobra took firm hold and implanted the fangs deeply. It seemed to be unaffected; and 22½ hours after the bite it still seemed well; but it died about the 29th hour.

Exp. i.—A *Bungarus coruleus*, 28 inches long, was bitten by a very large and powerful cobra. It died in 40 minutes, presenting the same symptoms as those of an innocuous snake killed by a cobra-bite.

Exp. j.—A young and very small, though lively, cobra, 14 inches long, was bitten in the muscular part of the body by a large knail (*Bungarus coruleus*), 48 inches long, at 12.50.

At 1 p.m. the cobra is very sluggish.

1.8. So sluggish that it moves with difficulty and can be easily handled; it makes no effort at resistance.

1.20. Apparently dying; movements scarcely perceptible.

1.22. Dead 32 minutes after the bite.

Exp. k.—July 10th, 1869. A young cobra, about 10 inches long, was bitten at 3.45 p.m. by a fresh full-grown cobra near the tail, so that the viscera might not be injured. The fangs were seen to penetrate; and no doubt could exist that the poison was fairly inserted. Being put on the ground it crawled away vigorously, and seemed unaffected by the bite. On the 13th it seemed well; but on the 17th it was found dead, and had apparently been so for about 12 hours.

As this snake was young it may have died partly from want of food, and partly from the wound, as well as from the effects of the poison.

Though small snakes of a venomous species may be killed by large ones, either of the same or of another species, full-grown individuals are rarely injured by the bite of another, either of their own or another species. This is illustrated by the following experiments, which are taken from numerous others of the same sort.

Exp. l.—A *Bungarus fasciatus* was fairly and deeply bitten by a fresh cobra near the tail; there was no doubt of the penetration of the fangs and inoculation of the poison. No effect was produced, and the *Bungarus* was alive and well five days after the bite.

Exp. m.—A *Bungarus fasciatus* was thoroughly bitten in a similar manner by a fresh *Daboia*. The bite produced no effect, and five days afterwards the snake was in its normal condition.

Exp. n.—A *Daboia* was bitten by a fresh cobra near the tail, the scales having been previously scraped off. The snake bit fiercely and repeatedly. Two days afterwards no effect could be noticed.

Exp. o.—A large black cobra was bitten in two places 1 foot 6 inches from the head, and also on the head, by a large and vicious *Daboia*. Blood was slightly drawn; and there could be no doubt that the fangs had penetrated and the poison been inoculated. Six days after the bite there was no change in the snake.

Exp. p.—A full-grown cobra was bitten by another full-grown, fresh, and vigorous cobra in two places about 6 inches from the head, and also in the mouth. They both bit each other freely in this situation, and blood was freely drawn. They were both well a week afterwards.

Exp. q.—A cobra had 15 drops of his own venom injected hypodermically about 8 inches from the head. A week afterwards it seemed sluggish; but this might be from other causes.

Exp. r.—A cobra had 15 drops of the venom from another cobra injected hypodermically in the same situation as the last. A week afterwards he was perfectly well.

#### Effects on Fish.

Cobra-poison seems to produce paralysis, indicated by the fish turning on its side in the water—and also great excitement, the fish struggling and plunging violently.



*Experiment IX.*

A fish (*Ophiocephalus marulius*), about 10 inches in length, was bitten by a fresh cobra at 11.20 a.m. in two places on the dorsal and ventral surfaces.

- 11.22. It turned over on its side in the water.
- 11.23. Struggling and plunging violently in the water.
- 11.25. Turned over on its side.
- 11.26. On being roused it plunges violently.
- 11.40. Dead in 20 minutes from the bite.

For the purpose of comparison the following experiment with curare was made. It will be seen that there was no plunging. The failure of muscular action, except when a more than ordinarily powerful stimulus from the nerve-centres called it into play, is very evident.

*Experiment X.*

November 1873.—Injected a solution of curare under the skin of a carp near the tail. A great part of the solution came out on withdrawing the needle of the syringe.

- 11.25. Injection made.
- 11.26. The fish lies obliquely in the water, inclining to the opposite side from the injection. It can move when irritated, and can remain perfectly upright in the water; but in a very short time its position becomes oblique again.
- 11.35. Injected some more curare. A great part of this also returned.
- 11.50. Lies obliquely, but can move tolerably vigorously when roused.
- 11.55. Moves more feebly when roused.
- 12.10. Seemed dead, but did not lie flat on its side, and still preserved the oblique position.
- 12.20. It suddenly started up without any apparent cause, swam across the vessel, a distance of several inches, and then relapsed into its former state.

*Action on Snails.*

Cobra-venom seems to destroy their irritability. It first causes them to shrink within their shells, and finally lessens their movements when stimulated.

*Effect of Reagents &c. on the Action of the Poison.*

The activity of the poison is not destroyed, and scarcely impaired, by drying. We have made no comparative experiments with perfectly fresh poison and the dried residue of a similar quantity; but there are few, if any, instances on record of death from the fresh poison in less than half a minute, the time in which the dried poison killed a guinea-pig in Experiment XXVIII.

The local action of the poison, however, seems to be altered by drying; for extravasation of blood around the part where a snake has inserted its

fangs, or venom has been injected, is one of the most prominent effects produced by the fresh poison, whereas it is very slight, or absent altogether, when the dried venom has been employed, except in occasional instances, such as Experiment LVII.

Dilution seems also to have no effect in lessening the activity of the venom, except so far as it retards absorption; for it is evident that a drop of pure poison, injected subcutaneously, is likely to find its way into the circulation more quickly than the same quantity diluted with a hundred times its bulk of water.

Coagulation of the venom by alcohol does not destroy its activity, as we have shown in our former communication. The coagulum thrown down by the alcohol is innocuous, or nearly so; but the poisonous principle remains in solution, and the alcoholic extract possesses similar properties to the poison itself. A specimen of poison was received from India in a coagulated state; but we are uncertain whether this occurred spontaneously or was produced by the action of reagents. It is probable, however, that it was due to its having been mixed, in order to preserve it, with alcohol, which had evaporated before we received it. It was active, as Experiment XI shows. Coagulation by boiling does not destroy the activity of the poison (Experiment XII); but a portion which was boiled for more than half an hour under pressure corresponding to a temperature of 102° C., had no effect when injected under the thigh of a lark. The notes of this experiment have unfortunately been lost. Admixture with liquor ammoniac and liquor potassæ does not alter the effects of the poison. This appears from Experiment XIII, and from several made by Dr. Fayer in India.

*Experiment XI.*

October 28th, 1872.—A fresh supply of poison was received from India. It was of a yellowish colour, and was hard and dry, like tough cheese. About  $\frac{1}{4}$  a grain diluted with alcohol (in which it was only imperfectly soluble), was injected into the thigh of the same guinea-pig at 4<sup>h</sup> 14' 30".

- 4.15. Twitchings of an emprosthotonic character. The animal is apparently attempting to vomit.
- 4.20. The twitchings continue. The animal throws up his head. It seems sluggish, and will not walk.
- 4.22. A mixture of 5 minims of liquor ammoniac with 10 of water was injected into the animal. Almost immediately afterwards it became convulsed and fell over on its side, paralyzed.
- 4.25. It is dying.
- 4.26. Quite dead.
- 4.27. The cardiac pulsations and peristaltic action of the bowels still continue. The blood, when collected in a vessel, formed a firm coagulum.

4.32. Peristaltic action diminished. The muscles of the leg contract when the sciatic nerve is stimulated by an induced current. Electrodes were then placed in the cord. The muscles of the legs contracted readily when an induced current was passed through the cord. One coil was employed, and the distance of the secondary from the primary coil was 44 centimetres.

*Experiment XII.*

May 19th.—A full dose of dried cobra-poison was diluted with distilled water, and heated until it was filled with white flocculent coagula.

The solution was injected into a guineapig's hip at 3.25. Twitching began almost immediately.

- 3.30. Restless. Hind leg paralyzed.
- 4. Twitching acute in hind leg.
- 4.10. Active hip-twitching, but hind leg still paralyzed.
- 4.15. Making efforts to vomit.
- 4.25. Vomiting repeatedly.
- 4.30. Distinct repeated convulsive attempts to vomit. Limbs becoming weaker; began to be convulsed; gradually becoming more and more paralyzed.
- 4.45. In convulsions. Dead.

*Experiment XIII.*

May 19th.—Dried cobra-poison, dissolved in liquor ammonia, injected into a guineapig's hip at 3.42.

Twitching at 3.43. Restless.

- 4. Twitching; restless; weak in hind leg.
- 4.8. A little more injected with a full quantity of ammonia. The guineapig becomes immediately very restless.
- 4.15. Paralyzed. Going into convulsions. Pinching foot at once causes reflex action; marked reflex actions all over the body.
- 4.20. Nearly dead. Heart disturbed; continued to beat regularly for some minutes after death. Lungs much congested.

*Influence of Constitution on the Action of the Poison. Supposed immunity of the Mongoose.*

With cobra-venom, as with other poisons, there is a general correspondence between the size of the animal and the intensity of the effects of a given quantity of poison, a small animal being more readily affected by it than a large one. There are, however, some exceptions to this rule; for a cat will resist the action of cobra-poison as much as, or more than, a dog five or six times its size. (Compare Experiment LVII. with Experiment XLIV.)

The mongoose (*Herpestes griseus*) has long been supposed to be unaffected by the poison of venomous snakes, either on account of some peculiarity

in the constitution of the animal, or, as the story used to run, on account of its knowledge of some herb which it used to eat as an antidote; but such is not the case. If fairly bitten, it succumbs like any other creature, as proved by experiments in India ('Thanatophidia,' pp. 68, 69, and 134). Its great activity and vigour enable it to elude the snake; and generally, when it is wounded, it is merely scratched, not pierced by the fangs. If the poison is inoculated, it dies.

The same is true of the pig, which escapes probably by receiving the wound in the foot, where absorption is not rapid or vigorous. This animal, like others, yields to the poison when the fangs are embedded and the virus thoroughly inoculated (*vide* 'Thanatophidia,' p. 134).

*Action on Germination.*

In order to see whether cobra-poison had any effect on the germination of seeds, the following experiments were made. It will be seen from them that the venom does not prevent germination, but interferes with it, especially when strong. In this it agrees with rattlesnake-poison. (Weir Mitchell 'On Rattlesnake Venom,' p. 52.)

*Experiment XIV.*

A piece of flannel was doubled, and, 12 cross-seeds being laid between the folds, it was placed in a small beaker with 10 cubic centims. of water. Another piece, treated in the same way, was laid in 9 cubic centims. of water and 1 of a 2-per-cent. solution of dried cobra-poison.

Some time after the water had evaporated, so as to leave the flannel soaked with water but not covered, nine of those seeds which had been treated with water and poison had germinated and grown to about half an inch in length, while seven of those treated by water alone had germinated and had grown somewhat larger than the others.

*Experiment XV.*

The preceding experiment was repeated with lettuce-seeds. Seven of those treated with water alone had germinated, but only one of those treated with water and poison.

*Experiment XVI.*

A small piece of cotton-wool was placed in the bottom of each of two short test-tubes, and ten lettuce- and ten cross-seeds were dropped into each. Ten drops of a solution of dried cobra-poison, containing .0355 gramme in 3 cubic centims. of water, were then used to moisten those in one tube, and as nearly as possible the same quantity of pure water for those in the other. The seeds were then covered with a few fibres of cotton-wool; the tubes were stopped with a plug of the same substance, and placed in a warm room.

Three days afterwards, all the cross-seeds which had been moistened with water had sprouted and sent out a radicle, varying from  $\frac{1}{4}$  to  $\frac{1}{2}$  an

inch in length. Eight out of the ten lettuce-seeds had sprouted and sent out a radicle more than  $\frac{1}{2}$  of an inch long. All the cross-seeds moistened with poison had also sprouted, but the radicles were only about  $\frac{1}{10}$  of an inch long. Five lettuce-seeds had begun to sprout, but the radicles were barely visible.

It is not improbable that the delay caused by the poison in the germination of the seeds, in this experiment, is not to be attributed entirely to its poisonous action; and it may be due in great measure to the solution of the poison having matted the fibres of cotton-wool more closely than the water, and thus rendered the conditions of air and moisture less favourable to the seeds placed in it.

*Effect of the Poison when introduced through different channels.*

The action of the poison is most rapid when it is introduced directly into the circulation, as by injection into the jugular vein; and in such instances death may occur in less than a minute. When injected into the thoracic cavity, as in Experiment XXVIII, death occurred almost as quickly; but this may have been due to puncture of the lung and introduction of the poison directly into some of the pulmonary vessels.

Injection into the peritoneal cavity comes next in order of rapidity, but a good deal behind the last; and it is followed by subcutaneous injection.

Whatever may be the effect of the venom of the viper or crotalus, the cobra virus produces its poisonous effects tolerably rapidly when swallowed, both in the frog and in warm-blooded animals, as is seen from Experiments XVII. and XIX.

It is also absorbed from the conjunctiva, and produces the characteristic symptoms of poisoning. In Experiment XX, the animal, though affected by the poison, recovered; but in several experiments made by one of us in India, death rapidly occurred after the application of the fresh poison to the conjunctiva ('Thanatophidia of India,' pp. 108, 115, 127, 128, 135).

*Experiment XVII.*

May 21st, 1873.—2.23 P.M. A small bit of dried cobra-poison put into a frog's mouth and swallowed.

3.25. Frog not much, if at all, affected.

4.5. Frog not so vigorous. Appears to be paralyzed in fore legs, but moves his hind legs freely. On irritating his fore legs there are vigorous contractions in his hind legs, but none in the fore legs.

4.10. The anterior part of the body and fore legs seem to be quite paralyzed. No reaction is noticed in the eyelids when the cornea is irritated. Hind legs are still vigorous.

4.20. Hind legs vigorous. All the fore part of the body quite paralyzed. Mouth gaping. Tongue swollen.

4.25. Hind legs now becoming weaker.

4.30. The application of acid causes slight reflex movements in the hind legs.

4.35. Acid causes no reflex action. Complete paralysis and death have thus occurred in two hours and a quarter.

4.40 Thorax opened. Heart still contracting rhythmically and steadily.

4.55. Heart still contracting, but less vigorously. There is no movement apparent in the intestines.

5.5. Heart still contracting slowly.

5.25. Heart still contracting. The heart and liver were now removed and given to another frog.

*Experiment XVIII.*

The heart and liver of the former frog were given to a large and strong frog. It was kept under observation for many days, but did not seem in the least affected.

*Experiment XIX.*

A small quantity of dried cobra-poison dissolved in water was given to a young rabbit at 2.53 P.M. It was readily swallowed. In 7 minutes all the symptoms of poisoning were developed. The rabbit died in convulsions in 11 minutes, just as when the poison is injected hypodermically. The thorax was opened a few minutes afterwards. The heart had ceased to beat. Rigor mortis came on very rapidly.

*Experiment XX.*

November 28th, 1872.—1.49. One quarter of a drop of cobra-poison put into a guinea-pig's eye.

3.12. The eye is much congested. The animal has twitchings.

3.14. Has been making efforts to vomit, and now vomits frothy clear fluid. Has been purged also.

4.5. Still retching, but not vomiting.

November 29th.—Found to have recovered.

*Local Action of the Poison.*

Cobra-poison acts as a local irritant, and produces chemosis of the conjunctiva and swelling of the eyelids when applied to the eye, and, occasionally, congestion of the peritoneal vessels when injected into the abdominal cavity (Experiments XX. and XLIV.).

It paralyzes the ends of the motor nerves, and also the muscles of the part into which it has been injected (Experiment XXV.). The muscles are not only deprived of their irritability, but become prone to putrefy (Experiment LVII.). The fresh cobra-poison produces great extravasation of blood around the wound through which it has been introduced; but this is not so marked when dried poison is used.

If death do not rapidly follow, great swelling from infiltration of the areolar tissue may occur, or, in some cases, gangrene of the skin and subjacent cellular tissue and subsequent changes indicative of general blood-poisoning.

The local action of viperine is probably more active than that of colubrine virus.

*Action of Cobra-poison upon the Blood.*

The blood of animals killed by cobra-poison generally presents a dark colour, as death is due to failure of the respiration and not of the circulation; but it readily assumes a florid colour when exposed to air. The same is the case with the blood of animals poisoned by *Daboia*-venom (Experiments II, V., and VI.).

Coagulation usually occurs readily and firmly in the blood of animals killed by cobra-poison, while it is frequently absent from the blood of those killed by that of the *Daboia*. In experiments made in India, this occurred almost invariably; and it is illustrated by Experiments II, and IV. In Experiments I, V., and VI., however, coagulation occurred in the blood of a pigeon and guinea-pig poisoned by *Daboia*-venom; and a similar occurrence has been sometimes observed by one of us (Dr. Fayerer) in fowls bitten by this snake in India\*.

In numerous instances we have been unable to detect any alteration in the blood-corpuscles after death from cobra-poison; but in Experiments XXI and XXII, we observed a most distinct crenation in the corpuscles of rats poisoned by it. This was probably due in some degree to evaporation, as in Experiment XXI it was to a great extent prevented by surrounding the preparation with oil; but it indicates a change in the blood, as the corpuscles did not present this appearance before the injection of the poison—although they were prepared for observation in exactly the same way, and were as much exposed to evaporation in the one case as in the other.

*Experiment XXI.*

A drop of blood from the tail of a white rat was examined microscopically. The corpuscles did not form rouleaux; but no trace of crenation could be observed in them.

12.10 P.M. 0.18 gramme of dried cobra-poison, dissolved in 1 cubic centim. of water, was injected into the flank. Almost immediately the nose of the animal began to twitch up every few seconds.

12.15. Head has sunk down. The breathing was laboured. The animal made a sudden start forwards. The hind legs dragged behind. It did not move readily when irritated. The breathing was laboured; the expiration convulsive. General convulsive movements occurred.

12.18. The animal seemed dead. The heart was still beating. A drop of blood was taken from the tail; and, the thorax being opened, another was

\* 'Zoonophidia of India,' pp. 80, 100, 101, 104. Vide Mr. Cunningham's remarks

taken from the right ventricle. On being examined microscopically, the corpuscles in both were seen to be very much crenated. They did not form rouleaux. Another drop was taken from the right ventricle, and surrounded with oil to prevent evaporation. Hardly a trace of crenation could be observed in this drop; but several branching crystals of a reddish colour were observed, and some of them appeared to grow while under observation. Numerous granular masses were also seen.

*Experiment XXII.*

August 27th.—Injected 1 cubic centimetre of a 2-per-cent. solution of cobra-poison under the skin of the hip of a white rat.

1.35. Injection made.

1.37. Respiration quick. The end of the tail snipped off, and a drop of blood examined by Dr. Klein. The red corpuscles are much crenated, and have no tendency to form rouleaux, but adhere together in flat masses. The plasma contains numerous lumps of a granular material, probably coagula of some sort.

2.5. The animal lies stretched out. Makes a curious squeaking noise. It does not rise when the tail is pinched.

2.13. Lies with nose on ground. Convulsive movements of hind legs.

2.15. Head sinks to one side. Convulsive movements.

2.18. Breathing slow. Marked interval between inspiration and expiration.

2.19. Stopped breathing. Heart still beating.

2.20. The animal lay on its back. A few weak respirations were made, and then ceased. The heart was beating steadily. Thorax opened and heart exposed. A little blood drawn from the ventricles by a fine pipette was examined microscopically by Dr. Klein. It presented exactly the same characters as those of the former specimen. Blood from another, healthy rat showed numerous rouleaux, and the corpuscles were not crenated.

*Action on Muscles.*

Cobra-poison has the power of destroying the irritability of voluntary muscular fibre when applied directly to it, either in a concentrated or diluted condition. It does not produce any quivering of the fibres; and in this particular it differs from the poison of the rattlesnake as described by Dr. Weir Mitchell.

The local action of cobra-poison on muscle is illustrated by Experiments XXIII, XXIV, XXV., and XXVI.

*Experiment XXIII.*

September 4th.—A frog was decapitated, and the skin removed from both hind legs. A longitudinal cut was then made in the muscle of both thighs. A strong solution of dried cobra-poison in distilled water, of such a strength as to resemble the fresh poison closely in appearance, was then applied to the cut in one thigh, while the other was moistened

with distilled water. Immediately after the application an almost imperceptible trembling in the muscles occurred *equally* in both thighs; but it ceased after a few seconds, and did not reappear. On testing the muscles soon afterwards, by an induced current applied directly to them, those of the poisoned leg contracted feebly, but those of the non-poisoned leg, forcibly.

In this experiment, the quivering occurred equally in both thighs, and was therefore obviously due to the water in which the poison was dissolved, and not to the poison itself.

As Weir Mitchell found that the quivering produced by the poison of the rattlesnake was not prevented by paralysis of the motor nerves by curare, the previous experiment was repeated on a curarized frog.

#### Experiment XXIV.

*September 4th.*—The motor nerves having been tested and found to be completely paralyzed, a strong solution of cobra-poison was applied to a cut in the back of the right thigh. No quivering of the muscles could be observed after its application. The poison was only applied to the middle of the back of the right thigh. After a few minutes, those muscles with which it had come into contact did not contract when irritated by the direct application of an induced current. Distance of secondary from the primary coil 0. The muscles of the sides and front of the poisoned thigh, as well as those of the other thigh, contracted well when irritated in the same way, with the coil at 13 centimetres.

The poison paralyzes the muscles of warm-blooded animals in much the same way as those of frogs; and it seems probable from the following experiment, that the paralysis of the wounded limb, which is very frequently noticed in cases of snake-bite, is partly due to the local action of the poison upon the muscles.

#### Experiment XXV.

*September 4th.*—Injected 5 or 6 drops of a strong but not perfectly concentrated solution of dried cobra-poison into the muscles of the left thigh of a guineapig.

12.43 P.M. Injection made. The animal immediately became much excited, and rushed about wildly, crying loudly.

12.47. The leg seemed paralyzed and dragged behind the animal.

12.48. It ground its teeth and cried.

12.50. Began to start, and cried more loudly. Took it in my arms. It then became quiet.

12.52. Shivered.

12.58. Laid the guineapig on its side on the table. It lay still and did not attempt to rise. Respiration was still going on.

12.59. Cut off the head of this guineapig (No. 1), and immediately after decapitated another, healthy guineapig of nearly the same size (No. 2).

1.7. Exposed both sciatics of No. 1, and irritated them by an induced current.

Left leg. Coil at 0. No contraction.

Right leg. Coil at 17.5. Movement of toes.

The muscles of both legs twitch well when irritated by single shocks (coil at 17.5), except those in the middle of the inside of the left thigh, near the place to which the point of the syringe had penetrated. These muscles contract when the coil is at 3.

1.13. The muscles of the hip of No. 2 twitch distinctly when irritated by single shocks, coil at 24.

The toes move distinctly when the sciatic is irritated; coil at 37.

1.15. The ventricles of the heart of No. 1 are firmly contracted and motionless. The auricles are still pulsating vigorously.

The ventricles of the heart of No. 2 are only moderately contracted, and there is no pulsation either in them or the auricles.

1.22. The toes of the right leg of No. 1 move when the sciatic is irritated, coil at 18.

Those of No. 2 do so, coil at 37.

Put the electrodes in the cervical part of the spinal cord of both guineapigs, and irritated it by an induced current, coil at 0. No contraction took place in the hind legs of either animal. Contractions occurred in the muscles of the fore legs with much the same force in both.

1.45. On irritating the muscles by single induced shocks:—left leg of No. 1, vastus externus contracts, coil at 9.5; rectus femoris, a pale muscle, 12.5.

No. 1. Right leg, vastus 15.5, rectus 25. No. 2. Right leg, vastus 11, rectus 15.

1.53. No. 1. Left leg, vastus at 16; right leg, vastus at 20. No. 2. Left leg, vastus at 20; right leg, vastus at 20. The vastus contracts rather more strongly in the right leg of No. 1 than in those of No. 2.

2.23. No. 1. Left leg, vastus at 4; right leg, vastus at 11. No. 2. Left leg, vastus at 11; right leg, vastus at 11.

This experiment shows that the venom paralyzes the motor nerves when applied to them locally, a strong current applied to the sciatic causing no contraction in the left leg of No. 1, while a moderate one caused movement in the right foot, at a time when the muscles of both were nearly equally irritable.

Its deleterious action on the muscles, when conveyed by the blood, is also evident in the rapid loss of irritability after death in both legs of No. 1 as compared with No. 2. The pale muscles seemed to retain their irritability longer than those having a deep colour.

The power of cobra-poison to paralyze muscle when applied to it, even in a diluted condition, is shown by the following experiment.

#### Experiment XXVI.

*July 18th, 1873.*—The legs of a large frog were cut off close to the

body, and the skin removed. Each was then placed in a glass, and a sufficient quantity of fresh ox-blood serum poured over it to cover it. In one glass, the serum contained about 5 centigrams of cobra-poison dissolved in about 20 cubic centims. of serum; but, with this exception, all the conditions under which the two legs were placed were exactly alike.

*July 19th.*—About 19 hours after the immersion of the legs in serum their irritability was examined.

The muscles of the leg in the pure serum did not contract at all when the strongest irritation was applied to the sciatic nerve, but contracted very vigorously when irritated directly. The muscles of the leg in the poisoned serum were whiter than those of the other one. They had a faint yellowish tinge, and were somewhat stiff. They did not contract in the least when the strongest irritation by a Du-Bois coil was applied either to them or the sciatic nerve.

When the poison is injected directly into the circulation, or is very rapidly absorbed, so that the quantity circulating in the blood is large, it destroys the irritability of the voluntary muscles rapidly, and, occasionally at least, hastens in a most remarkable manner the occurrence of rigor mortis. This is well seen in the Experiment XXV., where rigor mortis supervened in half an hour after the injection of the poison, while the muscles of another animal killed at the same time by decapitation retained their irritability for many hours.

#### Experiment XXVII.

*May 8th, 1873.*—Right thigh of a frog ligatured, with the exception of the sciatic nerve. Animal poisoned by the introduction of some dried cobra-poison dissolved in water into the lymph-sac of the back. After the animal had become completely paralyzed, the gastrocnemii of the two legs were irritated by an induced current (1 bichromate cell).

Left leg (poisoned), distance of coil 13.5, contraction; right, 24.0, contraction.

#### Experiment XXVII (a).

Another frog prepared in the same way gave at first:—left leg (poisoned), distance of coil 42.2, contraction; right (ligatured), distance 21.0, contraction.

After some time:—left leg, distance 6.0, contraction; right, distance 25.0, contraction.

Some time later:—left leg, distance 0, almost no contraction; right leg, distance 14.5, contraction.

In this experiment, the poisoned muscle at first responded more readily to the irritation than the one which had been deprived of blood by the application of a ligature; and this renders more apparent the effect of the poison, in causing rapid diminution and final extinction of irritability in the muscle to which it had access, since the other lost its excitability very slowly.

#### Experiment XXVIII.

*September 5th.*—About 2.35 P.M. injected  $\frac{1}{2}$  cubic centimetre of a 2-per-cent. solution of dried cobra-poison into the thoracic cavity of a guinea-pig. It was uncertain whether the lung (right one) was pierced by the point of the needle or not. Within a few seconds the animal gave several convulsive struggles, and died in half a minute or so. The head was then cut off. Immediately afterwards a second guinea-pig was killed by decapitation. On opening the thorax of No. 1 (the poisoned guinea-pig) the lungs were found congested. The heart was tetanically contracted and quite still. The heart of No. 2 was contracting vigorously. The vena cava contained a few bubbles of air. The lungs were pale.

2.40. Peristaltic movements are going on very actively in the intestines of both animals.

2.42. The muscles of the abdominal wall irritated by single induced shocks.

Guinea-pig, No. 1. No contraction. Coil at 0.

Guinea-pig, No. 2. Contraction. Coil at 14.5.

Muscles of the hip irritated in the same way:—

No. 1. { Trace of contraction of muscle. Coil 13.

{ Contraction still slight. Coil 0.

No. 2. { Contraction. Coil 37.

{ Powerful kick. Coil 0.

2.50. Rigor mortis is coming on in No. 1. The legs are quite stiff. A trace of peristaltic movement still going on in the small intestine.

The muscles of No. 2 are quite flexible.

2.55. No. 1. Muscles of back of thigh and of abdominal wall irritated directly as before. No contraction. Coil at 0. Muscles of the front of thigh twitch slightly. Coil at 0.

No. 2. Muscles of back of thigh twitch decidedly. Coil at 37.

3.12. No. 1. No contraction in any muscles. Coil at 0. The animal is stiff.

No. 2. Muscles are quite limp. Muscles of back of thigh twitch decidedly. Coil at 25.

All the muscles do not lose their irritability with the same rapidity, some of them becoming paralyzed before others. The intercostal muscles, serrati, and abdominal muscles seem to lose their irritability first; and such muscles of the limbs as have a dark colour become paralyzed sooner than those which are paler (Experiment XXV.).

#### Experiment XXIX.

*September 4th.*—A cannula was placed in the carotid of a large guinea-pig, and  $\frac{1}{2}$  cubic centimetre of a 2-per-cent. solution of cobra-poison injected into it towards the heart. The animal was seized with violent convulsions, passing into complete opisthotonos in about twenty seconds after the injection of the poison. These ceased, and the animal seemed quite

dead in rather less than a minute from the injection. The thorax was then opened. The lungs were somewhat congested. The heart was quite still in tetanic contraction. A strong interrupted current applied to it caused no contraction of any of the fibres. The muscles lost their irritability very quickly; the intercostals of both sides, and the serratus and subscapularis of the right side, seemed to lose their irritability before the other muscles.

When the poison is more slowly absorbed, so that a less quantity of it circulates in the blood, its action on the muscles is much less marked, as is evident from a comparison of the irritability of those in the poisoned and non-poisoned limbs in Experiments XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XLVII. If the poison has undergone such changes as render it less active, it has no action, or only a feeble one, on the muscles, as seen in Experiments XI, XXX, XXXI, & XXXII, where poison, which had undergone partial coagulation, was employed.

#### Experiment XXX.

January 14th.—In order to test the local action of the poison on the muscles and nerves, a ligature was tied round the base of a frog's heart so as entirely to arrest the circulation.

12.0. About a drop of cobra-poison was injected into one leg.

1.30. Laid bare the lumbar nerves in the abdomen, and irritated them by an induced current. Both legs contracted nearly equally.

#### Experiment XXXI.

January 14th.—At 12.15. One or two drops of cobra-poison were injected into the leg of a frog. The wound bled freely. Immediately after the injection the frog became very excited and jumped about very much.

12.20. Frog quiet. Respiration quick.

2.30. Frog quiet, but jumps when irritated. It seems to use both legs equally well.

January 15th.—The frog is not dead, but is feeble. On killing and opening it, both legs contracted nearly equally when the lumbar nerves were stimulated by an induced current.

#### Experiment XXXII.

January 15th.—Tied the heart of a frog, and, 12.55 P.M., injected into the right leg a drop of water, and into the left leg a drop or two of cobra-poison.

1.55. Irritated the back of the frog by an induced current. Both legs contracted nearly equally.

#### Experiment XXXIII.

May 9th.—A frog (*Rana temporaria*) was poisoned with curare. After complete paralysis had set in, the right leg was ligatured, with the exception of the sciatic nerve. The animal was then poisoned by the in-

roduction of a solution of dried cobra-poison in water into the lymph-sac on the back, at about 12.30 P.M. The irritability of the muscles was tested by single induced currents applied to the denuded muscles, about 2.30.

	Distance of Coil.	Contraction.
Left leg . . . . .	7.5 . . . . .	do.
Right leg . . . . .	7.2-7.5 . . . . .	do.

Another frog was curarized and similarly prepared, with this exception—that the vessels of the right leg only were ligatured, the muscles, as well as the nerve, being left free. This frog was also examined in the same way; and the irritability of the muscles in both legs was found to be almost exactly the same three to four hours after poisoning. Both contracted with the coil at about 7.5.

#### Secondary Action of the Poison on Muscles.

The muscles of the part into which the poison has been introduced are very apt to undergo rapid decomposition. We have already shown that their irritability is either lessened, or completely destroyed, by the action of the venom; and it seems very probable that the mere contact of any other foreign body, containing *Bacteria* or their germs (as the water in which the cobra-poison was dissolved in our experiments certainly did) would suffice to explain the decomposition of the muscle without assuming any special putrefactive action on the part of the poison; for the muscle, which has been at least temporarily killed by the poison, is placed in the body in the most favourable conditions of temperature and moisture for the occurrence of decomposition whenever any germs are brought into contact with it. However, Weir Mitchell found that the venom of the rattlesnake had a curious influence upon muscle, which could hardly be explained without the supposition that the poison had a peculiar disorganizing action upon the muscular tissue. In every instance the venom softened the muscle in proportion to the length of time it remained in contact with it; so that, even after a few hours, in warm-blooded animals, and after a rather longer time in the frog, the wounded muscle became almost diffused, and assumed a dark colour and somewhat jelly-like appearance. The structure remained entire until it was pressed upon or stretched, when it lost all regularity, and offered, under the microscope, the appearance of a minute granular mass. In order to ascertain whether cobra-poison had a similar action, the following experiment was tried.

#### Experiment XXXIV.

September 1873.—The gastrocnemii of a frog were removed and laid in two watch-glasses. One was then covered with several drops of a solution of dried cobra-poison, dissolved in a sufficient quantity of  $\frac{1}{4}$ -per-cent. salt solution to form a mixture about the consistence of fresh poison, while the other was covered with a few drops of salt solution alone. They

were then protected from dust by two other watch-glasses inverted over them. The temperature of the room was moderately warm. The poisoned muscle underwent no change. Both muscles gradually dried up; but at no time could one be distinguished from the other, except by the label on the watch-glass.

The influence of cobra-poison in causing decomposition within the body is evident from the following experiment.

*Experiment XXXV.*

*January 17th.*—About three drops of cobra-poison were injected under the skin of the flank of a guinea-pig at 12.45 p.m. Immediately afterwards the guinea-pig became restless and cried. In two minutes its head began to twitch. An hour after the injection the animal was quiet, and little or no effect of the poison could be observed. Three hours after the injection it did not seem very well. Next morning it was found dead. On examining it 22 hours after the injection it had begun to undergo decomposition. The abdomen was somewhat inflated, and sulphuretted hydrogen issued from it when opened. The hair came off readily from all parts of the animal's skin. The muscles were soft. There was little ecchymosis at the spot where the injection had been made. The tissues near it were rather watery. The heart was contracted; the lungs somewhat congested.

*Action on the Nervous System.*

The most prominent symptoms of an affection of the nervous system after the bite of a cobra, or other venomous snake, in animals or man, are depression, faintness, lethargy, and in some cases, somnolence. There is loss of coordinating power, and paralysis, sometimes affecting the hind legs first and creeping over the body, sometimes affecting the whole body at once. Death occurs by failure of the respiration, and is preceded by convulsions.

These symptoms clearly point to paralysis either of the nervous centres or of the peripheral nerves. It may be supposed that the mention of the latter alternative is superfluous, and that paralysis of the peripheral nerves cannot produce such symptoms, which must therefore, by exclusion, be due to an affection of the central ganglia. More especially may the occurrence of convulsions be thought to exclude the possibility of death being due to paralysis of the peripheral terminations of motor nerves; for if their function is abolished here, how, it may be said, can general convulsions, which have their origin in the nervous centres, occur?

The answer to this is, that although the ends of the motor nerves are so far distended that they no longer transmit to the muscles any ordinary stimulus proceeding from the nervous-centres, their function is not so thoroughly abolished that they cannot transmit those which are stronger than usual. This is shown by the fact that when an animal is slowly poisoned by curare (as for example when that poison is introduced into

the stomach after ligation of the renal vessels), convulsions occur just as in death from cobra-poison. Although the motor nerves have their function so much impaired that they no longer transmit to the muscles of respiration the ordinary stimuli from the medulla, which usually keep up the movements of breathing, they can still transmit those stronger impulses which proceed from it when greatly stimulated by the increasing viscosity of the blood, and which cause the respiratory as well as the other muscles of the body to participate in the general convulsions. The loss of coordination which occurs in poisoning by cobra-venom, has also been noticed by Voisin and Liouville in poisoning by curare.

That the peripheral terminations of the motor nerves are actually paralyzed by cobra-venom is shown by Experiment XXXVI, in which the animal was able to move the leg which had been protected from the action of the poison for some time after the rest of the body was perfectly motionless, as well as by Exp. XXXVII. and those succeeding it. Its occurrence in man is indicated by the symptoms of a case described by Dr. Hilson (*Ind. Med. Gaz.*, Oct. 1873, p. 254).

But paralysis of motor nerves is not the only effect of cobra-poison on the nervous system. The spinal cord is also paralyzed, as is seen from Exp. XLI, where motion ceased in the frog's leg which remained free from poison, although it answered with great readiness to a very weak stimulus applied to its nerve. In some instances paralysis of the spinal cord appeared to cause death when little or no affection of the motor nerves could be observed (Exp. XLVII. &c.); but in others the peripheral paralysis was strongly marked. In no case was it more obvious, and in few was it so distinct as in Exp. XXXVI, made with the virus itself, which had neither become coagulated nor dried. In experiments made with the coagulated poison, death seemed invariably to be caused by paralysis of the spinal cord, the motor nerves being little affected (Exp. XI.); while, in those made with the dried venom, sometimes the action on the cord predominated, and sometimes that on the nerves. In this respect, as well as in some of the symptoms it produces, cobra-poison agrees very closely with conia. This alkaloid, as Crum-Brown and Fraser have shown, often contains a mixture of true conia and methyleonia. Conia alone paralyzes the motor nerves without affecting the spinal cord; but when mixed with methyleonia, sometimes the one is affected first, and sometimes the other. When the dose is small, the motor nerves are usually paralyzed before the reflex function of the cord; but when the dose is large, the cord is paralyzed before the nerves. Methyleonia also affects both; but a small dose of it paralyzes the cord before the nerves, while a large one paralyzes them first. The paralysis of the hind legs, often observed in snake-poisoning (Exp. VI. & VII.), is probably partly due to the local action of the poison in the nerves and muscles of the bitten member, and partly to its action on the cord. This paralysis is noticed in Genesis xlix. 17, where Jacob says, "Dan is an adder in the path,



biting the horse-beels, so that the rider falleth backward." In this point cobra-venom, when dried, appears to resemble methylconia rather than its admixture with conia; but it exercises numerous other actions upon the blood, muscles, &c. which neither of these substances has been shown to do. It is doubtful whether the cerebrum is directly affected by cobra-poison, as the intelligence both in man and animals often remains almost unimpaired to the last, and the stupor and drowsiness which are sometimes noticed may be caused indirectly, by the action of the venom on the motor and vaso-motor nerves and on the functions of the cord. The reflex centres through which irritation of the fifth nerve acts, remain unaffected after the reflex function of the cord is nearly gone; and even then the power of voluntary motion still exists.

The effect of the poison upon the respiratory and vaso-motor nerves will be considered under the heads of respiration and circulation.

*Action of Cobra-poison on Motor nerves.*

As the contraction of a muscle, on irritation of the motor nerve supplying it, is the index by which we judge of the irritability of the nerve itself, the paralyzing effect of cobra-poison upon muscle renders the exact determination of its action upon motor nerves much more difficult than in the case of such a poison as curare, which leaves the muscular irritability intact. For the failure of a muscle to contract on irritation of its motor nerve, can be due only to paralysis of the motor nerve in the case of curare; but in poisoning by cobra-venom it may be due to enfeeblement of the muscles, as well as paralysis of the nerve. But if we find instances in which the muscles still retain their irritability almost unaltered, and respond readily to direct stimulation after they have ceased to contract on irritation of their motor nerve, we are justified in saying that the nerve is paralyzed; and such is the case in Experiment XXI.

In Experiment XXV. this action on the ends of motor nerves is all the more evident from the paralysis being most complete in the part where the poison was introduced. At this part, it was brought, in a concentrated state, into contact with the ends of the motor nerves, while the other parts of the body received it after dilution with the blood; and in them the paralysis was much less marked.

The paralysis of the hind legs, so often noticed in experiments, appears to be due, at least in considerable measure, to the local action of the poison on the ends of the motor nerves of the legs, as the injection or bite is often made on the flank or thigh.

The action of the poison on motor nerves is illustrated by the following experiments, performed by Bernard's method of ligaturing one leg of a frog before poisoning it. The poison is thus carried to every part of the body except the ligatured limb, the motions of which indicate the state of the nerve-centres after the other parts of the body have been paralyzed.

*Experiment XXXVI.*

A ligature was placed round the right thigh of a young frog, excluding the sciatic nerve.

2.42. A drop of dark fluid cobra-poison (the first supply) was injected into the dorsal lymph-sac. Immediately after the injection the animal became restless.

3. It lies quietly with its eyes shut. It hardly moves when touched; but it struggles when laid upon its back.

3.5. It can still draw up the ligatured leg. The other one can be drawn up, but with a wriggling motion. When laid on its back the animal no longer resists.

3.9.30. It lies quite flat. There is trembling of the leg when either foot is touched; and when it is pinched either leg can still be drawn up. On suddenly touching the poisoned leg, the frog gave a jerk with both. Respiratory movements have ceased. The exact time when they did so was not noticed.

3.17. The frog has become much lighter in colour, with the exception of the ligatured leg.

3.45. The eyes no longer shut when touched; they remain widely open. Dilute acetic acid of 1 per cent. produces no effect when applied to the sound leg; but when the leg is lifted up, so as to prevent friction against the table, it is drawn in towards the body.

4.9. On applying a strong interrupted current to the eye of the frog the unpoisoned leg jerks feebly, the poisoned one not at all.

4.13. On turning the frog on his back the non-poisoned leg moved.

4.20. Opened abdomen. The heart was beating, but only slowly. Irritated the lumbar nerves on the left side (those of poisoned leg) by an interrupted current. No contraction occurred in the poisoned leg; but twitching took place in the non-poisoned one. Irritated lumbar nerves of right side. Tetanus occurred in the right (non-poisoned leg). No movement of the poisoned leg. Laid bare the muscles of both legs, and irritated them by a Faradic current directly applied. Those of the poisoned leg were paler than those of the other. The muscles of both legs contracted when irritated directly. Exposed the sciatic nerves of both sides and irritated them by an induced current. No contraction in the gastrocnemius of poisoned leg. Tetanus in the non-poisoned leg.

4.35. The heart is no longer contracting. Electrodes were placed in the medulla, and an interrupted current applied. Contractions occurred in the non-poisoned leg. No contractions in the poisoned one.

The movements which occurred in the non-poisoned leg when the lumbar nerves of the other side were irritated, may have been due to reflex action through the spinal cord. If this were the case, it would indicate that the sensory fibres in the lumbar plexus were not paralyzed, and that the reflex power of the cord was not quite destroyed; but the nerves

were not very carefully isolated, and it is probable that the twitchings were due to direct irritation of the lumbar nerves of the right side by conducted currents, especially as irritation of the left sciatic nerve caused no movement in the right foot.

The continuance of movement in the ligatured leg, after it had ceased in other parts of the body, indicates that the ends of the motor nerves have been paralyzed; and this is confirmed by the production of tetanus in the ligatured and absence of movement in the poisoned leg when their motor nerves are stimulated. The slowness of the movements in the ligatured leg when a strong interrupted current was applied to the eye, while the motor nerves of the limb still retained their irritability, indicates that paralysis of the reflex function of the cord had taken place. The motion of the leg on turning the frog on his back afterwards, shows that the higher nervous centres, through which the opposition to the change of posture was manifested, retained their power longer than the cord.

#### Experiment XXXVII.

November 29th, 1872.—The sciatic nerve of the left leg of a frog was exposed; and a double ligature being passed under it round the limb, the whole of the tissues except the bone were then divided and removed between the ligatures. A fraction of a drop of cobra-poison, diluted with  $\frac{1}{2}$ -per-cent. salt solution, was injected into the lymph-sac. After about two hours the animal seemed paralyzed. On irritating either fore leg by electricity, or by acetic acid, slight movements occurred in the hind feet, and were fully stronger in the poisoned than the ligatured limb. Irritation of the poisoned hind foot also occasioned twitches both in it and the non-poisoned foot. Twitches did not invariably occur. No twitching of the fore paws was noticed on irritation of the hind feet. A ligature was then passed round the poisoned hind leg, and the tissues divided, as in the non-poisoned one, and the animal left a little longer. Irritations again applied had a similar result to the former, but the contractions in the non-poisoned limb were sometimes stronger than in the other. Irritation applied by a strong interrupted current to the spinal cord, by electrodes inserted in it, caused very faint twitches in both hind feet. Irritation of the lumbar nerves in the abdomen caused very faint twitches in the feet. Irritation of the exposed sciatic nerve of the non-poisoned limb by an interrupted current caused strong contractions. Similar irritation of the poisoned sciatic caused much weaker contractions. Direct irritation of the muscles by interrupting a constant current, caused contractions of nearly equal strength in both.

The dose of poison in this experiment was small, and it was given in a much diluted form. The fact that an interrupted current applied to the sciatic nerve of the poisoned limb had a much slighter effect than the same current applied to the sciatic nerve of the non-poisoned limb, while the interruptions of a constant current by opening and shutting a key

caused the poisoned and unpoisoned muscles to contract with apparently the same force, shows that a small dose of the poison causes a considerable amount of paralysis of the ends of motor nerves, while the muscles are but little affected.

#### Experiment XXXVIII.

May 14th.—The right leg of a frog was ligatured, with the exception of the sciatic nerve, and the animal poisoned by a rather small dose of dried cobra-poison dissolved in water, and injected into the dorsal lymph-sac at 11.45 A.M.

12.15. The animal paralyzed. Acetic acid applied to the left arm caused movements in it; but no movements ensued when the acid was applied to the nose. When applied to both arms and one leg, it caused movements in the arms and the left leg, but none in the right leg.

12.33. Acetic acid applied to the left arm causes movement in it, but in no other part of the body.

12.51. Electrodes were placed in the spine and the cord irritated by a Faradic current. At 15 centimetres distance of the secondary from the primary coil there is faint twitch in right arm. At 9, distinct twitch in both arms. At 0, distinct twitch in both arms, none in legs; sciatics exposed and irritated. At 50, right leg contracts distinctly. At 36, right leg becomes tetanized. At 16, left leg contracts very faintly indeed. At 8, left leg contracts slightly.

The muscles were then irritated by single induced shocks:—9.8 centims., right leg faint contraction; 9.8, left (poisoned) leg contraction is equally strong; 10.1, left (poisoned) leg contraction occurs. 10.1, right (ligatured one) does not contract.

In this experiment, the irritability of the poisoned muscle is greater than that of the other, the venom having done less injury to the muscular substance than the deprivation of blood by the ligature, and consequently the paralyzing action of the poison on the ends of the motor nerves becomes very evident.

#### Experiment XXXIX.

May 12th, 1873.—A ligature was passed tightly round the right thigh of a large frog, the sciatic nerve being excluded.

12. Right leg ligatured.

12.12. Injected a considerable dose of a solution of dried cobra-poison in water into dorsal lymph-sac.

12.14. The frog has assumed a most peculiar position. The left hind leg is drawn up, and the two fore legs are held over head with palms turned forwards.

12.20. Cornea sensible. Left leg is drawn up again if it be forcibly extended.

12.31. Cornea sensible. When the left hind foot is pressed it is drawn

up very slowly with a wriggling motion. Pressure on the right foot causes no movement whatever.

12.40. Acetic acid applied to a forearm causes vigorous movement in it and also in left hind leg.

1. Acetic acid to right hind foot causes no movement. Applied to left hind foot it causes vigorous movements in both forearms and left hind leg.

1.12. A ligature was applied to the left thigh in a similar manner to that on the right, so as to cut off the circulation in the left leg also, and thus bring the two legs as much as possible under the same conditions. The general condition of the frog is much the same as before; but the reflex action produced by irritation of the cornea is slighter.

1.24. Acetic acid applied to right forearm. Slight movement occurs in right hind leg alone. When applied to left forearm it caused slight movement in that arm alone.

1.35. Acetic acid applied to both feet, both forearms, and to the nose caused no motion anywhere. Both sciatic nerves were now laid bare along a considerable portion of their course. It was found that, although the right sciatic had not been included in the ligature, it had been tightly constricted by the fascia at the place of ligature. Sciatic nerves irritated by an induced current.

Leg.	Distance of secondary from primary coil.	
Left.	0	No contraction of muscles of leg.
Right.	32.0	Distinct contraction. As this might possibly have been due to the left sciatic being injured by the ligature more than the right, both sciatics were exposed further, and irritated quite below the points of ligature and just above the knee.
Right.	37.5	Distinct contraction.
Left.	7.0	No distinct contraction. When the muscles were irritated by single induced shocks, applied to them directly, they contracted almost equally.
Single shock.	7.5	

In this experiment, the right sciatic nerve had been injured by the operation of ligaturing; and thus the effect of the poison on the other limb as compared with the right one was less manifest. Notwithstanding this it moved, and the other limbs did not, when the right arm was irritated. The difference between the irritability of the sciatic nerves when the muscles of the legs themselves were almost equally irritable, shows, in a marked manner, the influence of the poison on the motor nerves.

#### Experiment XL.

May 14th.—Frog ligatured round the middle, excluding lumbar nerves.

10.57. Ligature applied. A considerable quantity of blood was lost.

10.58. A considerable quantity of dried cobra-poison dissolved in water was injected into the dorsal lymph-sac. Immediately after being released the frog jumped about, but became quiet in a minute or so.

11.28. Made some voluntary movements.

11.45. Acetic acid to fore feet causes weak reflex movements in both fore feet; stronger in hind feet, especially in right.

11.55. Acetic acid to right forearm caused vigorous kicks of right hind leg. Acetic acid affected right leg in 10 seconds. No motion in any other part of body. Acetic acid to left forearm caused kicks in both hind legs, but much more vigorous in the right. Also movement of left forearm by itself, but weak.

12.5. Acetic acid to left fore leg caused wriggling motion, first in right hind leg and then in left fore leg in 16 seconds. Applied to right forearm it caused a weak kick in right hind leg and wriggling in left hind leg, but no motion in any other part.

12.27. Acetic acid applied to forearm. No reflex action anywhere.

12.30. No reflex action anywhere on application of acetic acid.

12.30. Distance of coil 8. Electrodes in the spinal cord. Slight contractions in right hind and left fore legs, and also in the abdominal muscles, though very weak. It was now noticed that the cord with which the frog was attached to the board had been very tightly tied round the left forearm and left there. The circulation was stopped there, as the cord had not been removed.

The paralyzing effect of the poison on the motor nerves was here shown by an involuntary experiment. On irritating the cord the ligatured leg responded as we had expected, but we were astonished to see movements in the left arm also. An examination of the limb at once showed the cause of the phenomenon. The cord attaching it to the board had been inadvertently drawn so tight as to obstruct the circulation, and thus prevented the access of the poison to the nerves.

#### Experiment XLI.

May 15th.—Right thigh of frog ligatured, with exception of the sciatic nerve.

1.2. Ligature applied.

1.4. A considerable dose of dried cobra-poison dissolved in water injected into dorsal lymph-sac.

2.26. Acetic acid applied to a limb causes no movement whatever in 60'.

Interrupted current. Distance 0, electrodes in spine: only weak twitch in muscles of forearms; no movement in hind leg.

2.30. Both sciatics exposed.

Right sciatic. Distance 50, distinct contraction of gastrocnemius.

Left sciatic. Distance 0, no contraction of gastrocnemius. Single shocks. Both gastrocnemii exposed and irritated directly.

Distance 9.5, very faint contraction in both tibial and gastrocnemius muscles. Apparently equal in both legs. Heart quite still and contracted.

On testing the irritability of several of the frogs used in these experiments on the ensuing day, the ligatured leg was found to contract on irritation of the sciatic nerve, or of the muscles directly. The muscles of the poisoned leg did not contract, either when irritated directly or through the nerves.

*Experiment XLIII.*

May 20th, 1873.—In order to test the action of cobra-poison on the ends of the motor nerves, without disturbing the experiment by ligaturing one leg, two frogs were taken of as nearly as possible the same size. Both were very small; but No. 1 was somewhat larger and stronger than No. 2. The sciatic nerve was exposed in one thigh of each frog and placed on the hook electrodes used by Marey for his myograph. By means of a Pohl's commutator, with the cross pieces taken out, an interrupted current could be sent at will through either nerve. The distance of the secondary from the primary coil at which the first faint contraction took place in the muscles of either nerve was noted.

Time.	Distance of primary from secondary coil.		
	Frog 1.	Frog 2.	
About 1.25	17.7	22	
1.40	26.3	12.3	
1.46	26	18	Injected a solution of dried cobra-poison in water into dorsal lymph-sac of frog No. 1.
2.7	31.2	24	
2.27	31	18.5	
2.50	24	17.8	
3.10	17.5	19.2	Frog 1 moved the fore legs when the coil was at such a distance (19?) that no movement occurred in leg when nerve was irritated.
3.30	12	17.5	
3.40	10.5	15.5	
4	10	33	
4.17	9	37	
4.30	11	18	At 37 voluntary movements occurred in legs of frog 2.
4.50	8	37	
4.55	..	..	The brains of both frogs destroyed.
4.58	7.5	16.5	

May 21st.—The sciatics of the other legs were exposed and irritated.

Time.	Distance of primary from secondary coil.		
	Frog 1.	Frog 2.	
..	0	11.5	Frog 1, no contraction. Frog 2, slight contraction. The irritability of the muscles was now tested by single induced shocks applied to them.
..	0	7.5	Frog 1, no contraction. Frog 2, slight contraction.

The disturbing effects occasioned in the other experiments by the necessity of comparing a limb acted on by the poison, but retaining its blood-supply, with one in which the circulation had been arrested, is here got rid of by employing two frogs of as nearly as possible the same size. The paralysis of nerves caused by the poison is evident.

*Experiment XLIII.*

Dec. 4th.—Right leg ligatured, with the exception of the sciatic nerve; a small quantity of alcoholic extract of cobra-poison dissolved in water injected into the dorsal lymph-sac.

Noon. Injection made.  
1.30. The frog lies quite helpless. A spark of electricity applied to the side causes reflex contraction of both legs. When the poisoned leg is drawn out, the frog draws it up again with a wriggling motion. The poisoned leg at once reacts when the toes are pinched; the ligatured one does not.

When the sides of the frog are irritated by an electric spark, all the legs, except the ligatured one, give a twitch.

3.50. On exposing the lumbar nerves in the abdominal cavity and irritating them by an induced current, the poisoned leg contracted, the ligatured one did not.

The effect of the alcoholic extract in causing paralysis is shown by this experiment; but the insensibility of the ligatured leg, which was in all probability due to an injury of the sciatic nerve by the ligature, renders it difficult to say how much of the paralysis was due to the cord, and how much to the nerves. That the nerves were affected, however, seems clear from the fact that the muscles no longer reacted to voluntary stimuli, but did so when an extraordinary stimulus was occasioned by pinching.

*Experiment XLIV.*

Aug. 27th.—A small dog was chloroformed, and both vagi were exposed.  
12.35 P.M. About two grains of dried cobra-poison were injected into the peritoneal cavity.

12.42. Water was thrown over the animal to revive him more com-

pletely from the chloroform. Bowels acted. He is very unsteady on his legs. Looks drunk.

12.44. Dog vomits freely.

12.45. Both vagi divided. The vomiting ceased, the breathing became very slow, and the head was thrown up with the nose in the air.

12.53. Has become very quiet. Falls down on his side. The vomiting has not recurred.

12.55. Dead. Artificial respiration commenced.

1.12. On laying bare the skull and trephining, slight reflex movements occurred in the limbs.

1.17. Micturated. On irritating the exposed cerebrum by a Faradic current no contractions occurred in the limbs.

1.47. The spinal cord was exposed and irritated by a Faradic current. No contractions occurred in any of the muscles, except those to which the current was conducted, even when the strongest was employed. On exposing the sciatic nerves and dividing one of them and applying a Faradic current, no effect could be perceived when the electrodes were applied to either the central or the distal end of the nerve. The motor nerves were thus seen to be paralyzed.

The heart continued to beat vigorously all the time. On laying open the abdominal cavity, the intestines and peritoneum were found in a state of intense congestion. Electrodes applied to the lumbar nerves caused no contraction anywhere.

Thorax opened. The heart was beating vigorously. The lungs were normal. A Faradic current applied to the phrenic nerve caused no contraction of the diaphragm; but when applied to that muscle directly, it caused vigorous contractions.

The left vagus was divided and its peripheral end stimulated by a Faradic current. The pulsations of the heart were at once arrested, but again commenced; and no further irritation of the vagi had any effect on the heart. 2.2 P.M. Stomach removed. Its coats were intensely congested, as though some irritant had been swallowed. It contained much bile. The blood was florid and formed a firm coagulum.

This experiment clearly shows that cobra-poison produces paralysis of the motor nerves in warm as well as in cold-blooded animals, the sciatics being so completely paralyzed that they did not respond to the strongest irritation, although respiration was efficiently kept up and the circulation continued unimpaired. In almost all the other experiments, when the nerve was irritated immediately after death, contractions were produced; but the same is the case when the animal is poisoned with curare, and the contractions are due to the poison not having had sufficient time to exert its full action.

The complete cessation of vomiting after division of the vagi seems to indicate that the poison produces emesis by acting on the peripheral terminations of the vagi, and not on any nerve-centre.

*Action of Cobra-poison on Secreting Nerves.*

A notable symptom of cobra-poison in dogs is great salivation; and this might be supposed at first sight to indicate that the poison acted as an irritant to the secreting nerves of the salivary gland. Nausea and vomiting being also present, however, it is by no means improbable that the salivation is due to the poison stimulating the secreting nerves of the salivary glands not directly, but by reflex action, through the gastric branches of the vagus. Unfortunately we are unable to say in which of these ways salivation is induced, as we have not noted whether it occurred after division of the vagus or not. So far as memory serves us, we are inclined to think that it was much less in these cases; but on this point we cannot be at all positive.

Whether cobra-poison has any stimulating action on secreting nerves at first or not, it seems finally to paralyze them, or at least greatly to diminish their power.

This is evident from the following experiment.

*Experiment XLV.*

A dog was etherized and the chorda tympani exposed after its separation from the lingual nerve. A cannula was then placed in the duct of the submaxillary gland. On irritating the chorda by a weak Faradic current, applied at intervals, saliva flowed freely. Some dried cobra-poison dissolved in water was then injected into a vein in the leg. Shortly afterwards the saliva began to flow much less freely than before; and although the current was increased in strength, only a small quantity could be obtained.

*Action on Sensory Nerves.*

The sensory nerves seem to be little, if at all, affected by cobra-poison. As appears from Experiment XXXVI. they retain their power after the motor nerves are paralyzed; and Experiment XLVI. shows the comparative effect of the poison and of want of blood both on the sensory and motor nerves. The former were so little affected by the poison, that they caused a ready response when those which had been deprived of blood had nearly ceased to act. The motor nerves of the poisoned limb, on the contrary, were quickly paralyzed, while those of the ligatured one, although doubtless weakened by the loss of their vascular supply, long retained their irritability. In Experiment LX. the optic nerve and the aural and buccal branches of the fifth nerve retained their irritability after the cord had become nearly paralyzed; and, in several experiments, reflex actions could be induced by irritation of the cornea after voluntary motion and respiration had ceased.

*Experiment XLVI.*

The right leg of a frog was ligatured, excluding the sciatic nerve, and a concentrated solution of dried cobra-poison injected into the dorsal lymph-sac at 2.3 P.M.

2.5. Already affected. Much less active. Lies very quiet.

2.34. Paralyzed. On touching his body he moves the right, but not the left leg.

When acetic acid is applied to the hand, he straightens both the arms and contracts the right, but not the left leg.

Acetic acid applied to left hind leg causes him to straighten both arms and draw up the right leg; but there is only feeble movement in the left leg.

When acetic acid is applied to the right foot, the foot itself is drawn up; but there are no movements of any other part of the body.

When acetic acid is applied to left hand, the left arm is powerfully straightened, and there are strong contractions of right hind leg, but none in the left, and little movement in any other part of the body.

Acetic acid applied to left foot causes powerful extension of both legs. Acetic acid applied to the right foot has no effect. Electrodes were inserted in the spine and the cord irritated by a Faradic current. Distance of the secondary from the primary coil 18 centims. There was movement of left hand.

At 16 centims. movement of left hand and right leg.

At 12 centims. also faint movement of left leg.

At 15 centims. the interrupted current was kept up for some time, and the muscular twitchings were more powerful in the left gastrocnemius than in the right one.

On applying the electrodes to the lumbar nerves, coil at 48 centims., the right leg contracts.

Coil at 42 centims. the left leg only twitches.

#### *Action on the Spinal Cord.*

The spinal cord has the threefold function of a conductor of sensory impressions, a conductor of motor impressions, and a reflex centre; and in examining into the nature of the action of cobra poison upon it, we must consider the manner in which each of these functions is affected.

Cobra-poison, as has already been intimated, has a powerful paralyzing action upon the reflex function of the cord; and this is exemplified in Experiment XLVII, &c.

As a conductor of sensory impressions, the cord is able to transmit two kinds, viz. tactile and painful, and these have been stated to pass through different parts of the cord, the former being conveyed by the posterior and lateral white columns, and the latter by the grey matter.

From Experiments XXXVI. and LX. it would appear that the power to convey tactile impressions is retained, both in warm-blooded animals and frogs, after the transmission of painful impressions has almost, or entirely, ceased. Thus, in Experiment XXXVI. the frog's leg moved when the animal was laid upon its back, although an extremely painful stimulus, the application of sparks from a coil to the eye, had caused

in it only the feeblest movement. In Experiment LX. no response was elicited by striking, pinching, or pricking the paws of the animal but when the ear was tickled the cat shook its head, or moved its paw to ward off the irritant.

From these cases we think we are justified in concluding that the grey matter of the spinal cord, through which painful impressions are transmitted, is paralyzed by cobra-poison; but the white sensory columns are little, if at all, affected. The power of the cord to conduct motor impressions from the encephalic ganglia appears to be little, if at all affected, until the apparent death of the animal; for in Experiment LX. we find that, very shortly before respiration ceased, and when ordinary reflex action from the cord was nearly gone, purposive or voluntary movements were still made. The absence of movements in Experiment L., when the cord was irritated by a needle, as well as the rapid loss of its power to produce movement in the limbs when irritated by a Faradic current, is, we think, to be attributed to paralysis of its function as an originator, and not as a conductor, of motor impressions.

#### *Experiment XLVII.*

May 19th.—The lumbar nerves of a frog were exposed and a ligature tied round the body, excluding these nerves.

12 (noon). Some dried cobra-poison dissolved in water was injected into the dorsal lymph-sac.

1.45. The frog is partially paralyzed; mouth gaping; reflex action is still marked in all the limbs, but more in the legs than in the arms.

The heart was exposed when the ligature was applied; it still beats, but feebly and slowly.

1.50. Acetic acid causes reflex movements when applied to either the hind or fore feet.

1.54. Applied to the nose, acetic acid causes movements in all the extremities, and especially in the arms.

1.56. Applied to the right hind foot it causes movements of the arms and of the jaw, which otherwise gapes.

2.2. Applied to the left hind foot it causes no reflex action.

2.14. Heart beating very feebly, 18 pulsations per minute. Reflex movements still occur in all the limbs, and rather more in the legs than in the arms.

2.30. Acetic acid produces no reflex action anywhere. The heart has almost ceased to beat, and only contracts faintly at long intervals.

2.34. All reflex action has ceased.

2.45. Electrodes placed in the spine and the cord irritated by a Faradic current. At 15.5 centims. distance, faint contractions in both arms. At 0 centim. distance, no contraction in legs. Sciatic nerves exposed and irritated. 32.5, slight contraction in left leg; slight contraction in right leg.

2.48. Heart is still acting feebly and slowly; brachial nerves exposed and irritated.

At 46.5 centims. contractions in both arms.  
2.49. The heart has now ceased to beat, except a faint pulsation in the auricles.

Muscles of arms and legs exposed and irritated by single induced shocks. 6.5 centims., muscles of both arms contract; muscles of both legs contract, but somewhat more strongly.

In this experiment there is no evidence of paralysis either of the nerves or muscles; death appears due to paralysis of the spinal cord. This is caused by the action of the poison; for the circulation still continued, though feebly, after all reflex action had ceased.

*Experiment XLVIII.*

A ligature was passed under the right sciatic nerve of a frog and tightly tied round the limb, so as to constrict the whole of the thigh, with the exception of the nerve, and completely arrest the circulation.

At 1.8 half a drop of cobra-poison (1st supply), diluted with  $\frac{1}{2}$  cub. centim. of water, was injected into the dorsal lymph-sac.

1.12. The animal is sluggish.  
1.15. Crawls about but sluggishly, and keeps the unligatured limb drawn up close to the body.

1.20. The frog is more sluggish.  
1.23. The hind limbs seem paralyzed; the fore limbs still move, but much less than before.

1.30. Frog almost motionless. Contractions of the fore limbs still occur; but they no longer respond when pinched.

1.57. There is a faint motion in the limbs.  
2.18. Frog is dead. Much ecchymosed.

On irritating the lumbar nerves in the abdominal cavity by an induced current, the poisoned leg contracted rather more than the non-poisoned leg.

On irritating the sciatic nerves in the thigh, below the level of the ligature, the contractions of the poisoned leg were much less vigorous than those of the non-poisoned leg.

Electrodes were then placed in the spinal cord, and the cord irritated by an induced current.

2.34. When irritation is applied in this way the fore limbs contract, but not the hind limbs.

When the cord is irritated lower down, the non-poisoned leg responds to the irritation, but the poisoned leg does not.

The muscles of the ligatured leg respond to the direct application of electricity more freely than the other muscles.

In this experiment the poison employed had not been coagulated or dried, and the dose was somewhat small. The failure of reflex action while voluntary motions still continued in the nerves, shows that the cord

in this instance became paralyzed before the motor nerves. It is indeed difficult to say whether the motor nerves were paralyzed in this case or not, as the muscles themselves were distinctly weakened.

*Experiment XLIX.*

*Dec. 1st, 1872.*—The right leg of a frog was ligatured, excluding the sciatic nerve, which was kept covered by a flap of skin to prevent its becoming dry. A ligature was also put round the left leg in a similar manner, but not tightened.

2 P.M. Cobra-poison injected into the abdominal vein.  
The effect not being marked, the aorta was exposed.

2.27. Some poison injected into the aorta. It seemed to take effect at once; all motion ceased immediately.

2.30. The ligature was then tightened round the left leg.  
2.48. The frog has since moved; but all motion has now ceased.

2.52. Even when irritated by acetic acid there is no movement. The heart is still contracting.

No reflex action occurs when a strong interrupted current is applied to the nose or limbs.

Lumbar nerves exposed and irritated.  
Right. Distinct contraction of thigh. Coil at 58.5.

Left. Do. do. do.

Right. Distinct contraction of whole leg. Coil 50.

Left. Do. do. do.

Sciatics exposed and irritated.  
Right. Contraction. Coil 77.0.

Left. Do. " 52.0.

3.28. Right. Do. " 50.

Left. Do. " 43.

The poisoned leg seems to be losing its irritability more quickly than the other. Irritability of spinal cord gone.  
3.35. The left still contracts, with the coil at 35. The other, when irritated by a current of the same strength, contracts more strongly.

The loss of power occasioned by the cessation of the circulation in the ligatured limb (which is used as a standard with which to compare the other) was diminished in this experiment, by injecting the poison directly into the circulation, so as to enable it to reach the motor nerve-ends at once. As soon as it had taken effect, the poisoned leg was likewise deprived of its circulation, so as to bring the two limbs as nearly as possible into the same conditions. The cause of death, in this experiment, was paralysis of the cord, all reflex action having been almost immediately abolished by the large dose of the poison injected into the circulation, though the heart continued to beat. The motor nerves were not at first affected; but after a little while paralysis appeared in the poisoned limb. This experiment is especially interesting in reference

to the cause of death when a considerable quantity of poison enters the arterial system at once. In warm-blooded animals, as is shown by Experiment LXVIII, the heart is arrested, in many instances, and death thus occasioned; but when this is not the case, the appearance of paralysis is probably due to affection of the nerve-centres.

*Experiment L.*

Sept. 13th.—A ligature was placed round the middle of a frog, excluding the lumbar nerves.

3 P.M. Some dried cobra-poison dissolved in water was injected into the dorsal lymph-sac. Immediately after the injection the animal could move all its limbs quite well.

3.3. Restless; moves all its limbs.

3.17. Can still move vigorously.

3.21. Can kick vigorously with its legs, especially the right. When it moves it seems to overreach itself and turns over, apparently from the hind limbs remaining unaffected and the arms becoming partially paralyzed.

3.40. Still moves voluntarily.

3.52. No reflex motion can be produced by touching any of the extremities with acetic acid.

A minute or two afterwards a slight twitch was noticed in one arm, to which acetic acid had been applied; but whether this was greatly delayed reflex action caused by the acid, or whether it was due to something else, is uncertain. A needle was now run down the spinal cord. It produced no effect.

The legs contracted readily when the lumbar nerves were irritated.

The absence of motion in the legs when the cord was irritated by a needle run down the spinal canal, shows that the power of the cord to originate motor impulses had been destroyed, as it would usually have caused violent contractions in the extremities. These having been protected from the action of the poison either on muscle or nerve, would respond readily, as indeed they did, to voluntary motor impulses shortly before the death of the animal.

*Experiment LI.*

May 12th, 1873.—The sacrum of a frog was removed, and a ligature passed round the body, excluding the lumbar nerves. There was a good deal of bleeding.

12.30. Ligature tied.

12.33. A good dose of dried cobra-poison dissolved in water was introduced into dorsal lymph-sac. Immediately afterwards the frog sprang about once or twice.

1.27. Cornea insensible. On pinching the finger of either hand, it kicks out vigorously with the right hind leg. On squeezing the toes of right hind foot it kicks out vigorously with it. On squeezing toes of the left

hind foot there is no movement whatever. On placing acetic acid on either forearm the frog kicks out strongly with the right hind leg.

2. Interrupted current, distance 7. Acetic acid applied all over the frog no longer causes any movement whatever. Electrodes placed in spinal cord just below occiput. Cord irritated by an interrupted current. Right leg kicks vigorously. No motion in any other part of the body.

*Experiment LII.*

May 15th.—Frog ligatured round the middle, the lumbar nerves excepted. A moderate amount of bleeding.

12.40. Ligature applied.

12.52. Frog springs actively about when touched. A considerable dose of dried cobra-poison dissolved in water injected into the dorsal lymph-sac.

1.15. Cornea insensible. When either hind foot is pinched, it is drawn up with a wriggling motion when the frog is lying on the table. When the frog is suspended the foot is drawn up at once.

1.20. On applying acetic acid to both fore limbs and nose, the hind legs were vigorously drawn up to the body, but only after a long interval.

1.26. Strong acetic acid applied to both fore limbs and nose. Movements in all four limbs after 8 seconds.

1.36. Weaker acid applied to both fore limbs. Movements in all the limbs in 37 seconds.

2.20. Applied to both fore legs. Movements in both fore limbs in 4 seconds. Worse in hind legs.

2.53. Applied to all the limbs and the nose. No motion anywhere. Divided medulla.

2.58. No reflex at all in 200 seconds after application of acid to all the limbs and the body.

Abdomen opened. Lumbar nerves irritated just below exit from spine.

Leg.	Distance of primary from secondary coil in centims.	
	6.3	Left gastrocnemius contracts very slightly; right not.
	0	Left gastrocnemius contracts slightly; right not. Both sciatics exposed and irritated in the thigh some distance below ligature.
Left	57	Tetanus of leg.
Right	58	Tetanus. Nerve rather more firmly applied to electrodes. Viscera removed and brachial nerves irritated.
Right	47	Contraction of foot.
Left	45	Contraction of foot.

In this experiment the loss of reflex motion was gradual. It is shown to be due to paralysis of the cord, and not to excitation of Ssetschenow's



inhibitory centres, by the division of the medulla having no power to increase the reflex action.

The fact that irritation of the lumbar nerves hardly caused any contraction in the legs, while irritation of the sciatics below the ligature caused them to contract readily, indicates either that the nerves had been injured by the ligature, or that the part of them lying between the spine and the ligature had been paralyzed by the poison. The latter is possible; but as the frog moved its arms and not its legs before death, the former is more probable.

Several years ago Setschenow showed that the optic lobes in the frog possess an inhibitory power over the reflex acts originating in the spinal cord. Irritation of the optic lobes greatly lengthens the time required for the performance of any reflex act, and thus produces an effect apparently similar to that of diminished excitability, or paralysis, of the spinal cord. A diminution in reflex action may therefore be due to two very different causes:—(1) Lessened excitability of the cord, and (2) excitement of Setschenow's inhibitory centres. These can, however, be readily distinguished from one another by dividing the cord just below the medulla. It is thus separated from the inhibitory centres; and if the diminution in reflex action is due to excitement in them it will disappear, but will be permanent if it is caused by paralysis of the cord. The following experiment, performed by Türk's method, shows that in cobra-poisoning the diminution of reflex action is due to the latter of these causes.

*Experiment LIII.*

May 19th, 1873.—The right leg of a frog ligatured, excluding the sciatic nerve.

3.5. A full dose of dried cobra-poison dissolved in water injected into the dorsal lymph-sac.

3.54. The animal appears dead. Both hind legs dipped into dilute acetic acid. Right arm twitched.

3.57. Reflex action in both arms. None in the legs when the left leg is dipped in the acid.

4. No reflex action from ligatured leg.  
4.2. No reflex action from left leg in 60 seconds when it is dipped in the acid.

4.10. No reflex action from either leg in 250 seconds.  
The medulla was now divided in order to separate the cord from Setschenow's inhibitory centres.

4.35. No reflex action can be observed.

As the operation of dividing the cord somewhat lessens the excitability, in the following experiment the division was performed on the previous day, so that its effects should have passed off before the poison was injected.

The columns headed "left" and "right" indicate the number of seconds which elapsed before the corresponding leg was drawn out of the acid.

*Experiment LIV.*

May 15th.—About 3 P.M. divided the medulla of the frog.

" 16th.—Suspended the frog by a hook in its jaw.

Time.	Left.	Right.	
11.17	8	8	When touched the frog draws up its legs, and makes wiping movements on its flanks.
11.44	5	6	
11.50	4	5	
12.6	3	7	
12.10	5	3	
12.25			
12.30	8	10	The point of an aneurism needle was drawn across the spine so as to destroy any remnant of medulla. The frog at once passed into a state of opisthotonos; but in a few minutes this passed off.
12.40	12	9	
12.48	12	9	
12.55	10	8	
12.58	10	5	
1.	8	5	
1.2	..	..	Injected a drop of concentrated solution of dried cobra-poison under skin of back.
1.5	..	..	It draws up legs and wipes back once or twice.
1.9	11	10	
1.16	10	10	
1.18	..	..	Another drop.
2.35	300	300	No reflex action in either foot. The heart could not be seen beating till the frog was opened; then it was found beating slowly and languidly, 24 in a minute.
2.45	..	..	Half a drop of liquor atropie placed on heart. Immediately afterwards its pulsations became more forcible, but were still 24.

*Experiment LV.*

May 15th.—Divided the medulla of a frog about 3 P.M.

May 16th.—Suspended it by hook through the jaws.

1.3	6	3
1.6	5	5
1.11	6	6
1.16	6	12
1.18	5	6

Time.	Left.	Right.	
1.19	..	..	One drop of slightly diluted, but still concentrated solution of cobra-poison injected under the skin of the back.
2.23	10	14	The foot was twitched up in the acid at these times, but the leg was not drawn up.
3.25	150	150	No reflex action. Strong acetic acid causes none. Thorax opened. Heart quite still.

These experiments show that the time required for the performance of a reflex act went on increasing, or, in other words, the excitability of the cord went on diminishing, after the injection of the poison; and all communication with the inhibitory centres having been previously cut off by dividing the medulla, this effect could only be due to the action of the poison on the cord.

*Experiment LVI.*

At 1.16. Half a drop of cobra-poison was injected into the peritoneal cavity of a guinea-pig.

- 1.17. The animal is restless and twitching; runs about.
- 1.18. Micturates.
- 1.24. It is getting weak and sluggish. The hind quarters have assumed a crouching posture. It moves when roused.
- 1.26. It looks drowsy, is disinclined to move, and is jerking. The hind legs are almost paralyzed. When they are retracted it draws them up with difficulty.
- 1.27. Has defecated. Is convulsed generally, but the convulsions are more marked in the hind quarters.
- 1.32. Convulsions continue. They are not increased or excited by external stimuli. Cornea insensible.
- 1.34. Mouth only twitches. Heart acting vigorously.
- 1.35. The animal is quite dead.
- 1.36. The spinal cord irritated by an induced current through electrodes inserted in the vertebral column. The irritability of the cord seems perfect. (It was judged of by the contractions of the hind limbs.)
- 1.40. The heart continues to beat. Thorax laid open. The vagi isolated, and one of them irritated. The cardiac action seems to be increased by the irritation of the vagus. The auricles contract very rapidly, the ventricles not so rapidly. The cord is still irritable.
- 1.50. The irritability of the spinal cord as affecting the lower extremities is almost gone; as affecting the upper limbs it is still retained. Heart still contracts vigorously.
- 1.54. The lower limbs are no longer affected by electricity applied to the spinal cord. The upper limbs are affected.
- 1.56. The spinal cord is still slightly irritable. The heart is acting freely.
2. Cord still slightly irritable. Heart acts briskly.

- 2.2. Heart acts as vigorously as ever. Artificial respiration was tried.
- 2.15. Artificial respiration has been kept up, but has been of no service. The irritability of the cord is much diminished, though not quite extinct. The strongest current causes a barely perceptible motion. The heart is still acting. There are spots of ecchymosis all over the intestines.
- 2.40. The irritability of the cord is quite gone. The heart is still acting. The blood collected from the large vessels coagulated firmly.

*Experiment LVII.*

August 30th.—A cannula was placed in the trachea of a cat, and 1½ decigrammes of dried cobra-poison was weighed out and dissolved in a small quantity (about 2 cub. centims.) of distilled water. The solution was clear and glairy, hanging in threads from the stirring-rod.

- 2.40. Injected about two thirds of this solution under the skin of the right hip.
- 2.50. Respiration is quicker. The cat lies down and does not like to rise. When raised it walks toward a dark corner, dragging the right leg.
- 2.58. Shivering of right leg and partially of body. No other symptom than paralysis of right leg being noticed, a further injection was made.
- 4.26. The remainder of the solution injected in the same place. This also seemed to produce little effect.
- 5.10. Injected .02 grain dissolved in a little water, as the cat did not seem about to die.
- 6.2. Injected 1½ cubic centimetre of a 2-per-cent. solution of cobra-poison in distilled water, partly into a vein in the back of the left hind leg, partly into the peritoneum. The left hind leg seems partially paralyzed. The respiration has a peculiar character, the diaphragm seeming to relax with a jerk. The respiratory movements are very deep. Peristaltic action of bowels.
- 6.20. The fore legs are now becoming paralyzed.
- 6.25. Respiration quick. Entirely diaphragmatic. Cornea quite sensitive. The animal opens its mouth when the tail is pinched, but not when the feet are pinched.
- 6.37. Sensibility of the cornea seems nearly gone. When the inside of the ear is tickled the animal shakes its head.
- 6.43. Although respiratory movements still continued, artificial respiration was begun. The animal was laid in an apparatus which kept it warm.
- 6.45. The cat tries in vain to vomit. The cornea is almost insensible. About 8.30 the heart-beats ceased. The body of the animal was examined next day at noon. Rigor mortis well marked. The body of the animal had a strong odour of decomposition. The lungs were congested, the right side of the heart gorged, the left empty and firmly contracted. The pericardium contained a quantity of dark-red serum. A considerable

quantity of dark-red serum was contained in the abdominal cavity. Inside of stomach quite normal. The bladder was firmly contracted and quite empty. Where the injection had been made, the muscles were infiltrated with blood, soft, and decomposed. Those of the left thigh were normal.

*Experiment LVIII.*

*July 14th, 1873.*—Some dried cobra-poison dissolved in water was injected into the peritoneum of a cat at 2.15 p.m.

2.20. Vomits.  
2.30. Vomits again. The animal can walk perfectly, but it prefers to lie on its side.

2.40. Can walk, but seems slightly giddy.  
2.45. Vomiting and defecation.

3.12. Sensibility of the cornea nearly gone. When the ear is irritated the cat shakes its head. When the eye is touched the eyelids do not move; but when the point of a pair of forceps is pressed into it, the fore foot is raised to push the forceps away.

3.20. The animal suddenly got up, walked a few steps, and then fell.  
3.22. It seems as if it wanted to vomit, but is too comatose. When the ear is tickled it shakes its head.

3.26. There is distinct reflex action on irritation of the hind feet, but not when the fore paws are pinched.

3.32. Breathing is getting deep and slow, and the head is extended at each inspiration. There is still motion of the head when the ears or mouth are tickled. A minute or two ago it got up, stood for a second or two, and then fell. Respiration gradually ceased. A cannula was placed in the trachea, and artificial respiration kept up. The heart ceased to beat very shortly after. Electrodes were placed in the cord opposite the seventh and twelfth dorsal vertebra. A Faradic current passed through them caused contractions in the adjoining muscles of the back, but none elsewhere. The left sciatic was exposed and irritated. The limb contracted. About an hour afterwards curious and somewhat rhythmical movements took place in the *right* foot. The sciatic had not been exposed in the right leg.

*Experiment LIX.*

*July 25th.*—At 3.34 a little cobra-poison was injected into the peritoneum of a guinea-pig. Immediately afterwards the animal became restless and uneasy.

3.38. The animal is quiet. Occasional lifting of head. The fore legs are spreading out laterally. When made to walk it staggers, and has difficulty in maintaining its balance. It rises up and runs when any sound is made. Respirations 68 per minute.

3.44. The left ear is drooping.  
3.58. Passed milky urine.

4.4. Convulsive motions occur, but the animal can still run. Almost immediately after, when laid on its side it could not get up.

4.7. The cornea is now insensible. A cannula placed in the trachea and artificial respiration commenced.

4.15. A needle placed in heart. Pulsations quick. The artificial respiration was discontinued. The pulsations became quicker.

In this experiment the paralysis began in the fore legs. There was distinct loss of coordination; but the animal could run up to the last, although it could not walk. This indicates that the higher coordinating centre (probably the cerebellum) was paralyzed before the lower ones, just as in the case of a man who is drunk.

*Experiment LX.*

*August 29th, 1873.*—A cannula was placed in the trachea of a cat about 5.30 p.m.

5.35. One decigram of dried cobra-poison, dissolved in two cubic centimetres of water, was injected into the peritoneal cavity.

5.39. The animal lies on its side breathing very rapidly and wagging its tail. Rises, sits with head erect and mouth widely open.

5.45. The respiratory movements are very rapid and shallow, with occasional deep ones. The animal sits up. Respirations 240 per minute. Pulse 148 per minute.

6.3. The animal was lying down and occasionally rising. Is now lying down. The respiratory movements have an extraordinary vermicular character. Dr. Sanderson ascertained by palpation that this is due to the diaphragm contracting before the thoracic walls expand.

6.7. The respirations are feeble, with occasional deep ones. The cat walks quite well. The bowels act.

6.20. Bowels act again. Tries to vomit several times.

6.37. The cat lay on its side, and stretched itself once or twice in a sort of convulsive manner.

6.41. Lies quietly. When the cornea is touched or poked with a pointed instrument, or when the finger is rubbed over it, the eyelids do not close, nor does the animal give any sign of feeling. When the hind legs are struck, it moves its fore legs very faintly. Respiration is quite regular and apparently normal. The end of the tail gently moves from side to side. When the inside of the ear is tickled the animal shakes its head. It took a deep breath, and moved its head voluntarily. The pupil is much contracted. When the arms are irritated by a sharp stick the animal draws its body slightly together. A minute or two afterwards it moved its tail from side to side several times voluntarily. The animal was lying on its side. Lifted it up and laid it on its belly with its feet under it. It rose up and walked several steps.

6.45. The cat again rises and walks, but staggeringly. It then falls and lies on its side. The hind legs seem to be weaker than the fore legs.

6.52. Animal lying on its side. When a bright light is brought before its eyes it draws back its head. The cornea is quite insensible. When the paws are irritated by striking, pinching, or pricking there is no response. When the inside of the ear, nose, or mouth is tickled, the cat shakes its head, and sometimes moves its paw to put the irritant away.

7.5. On touching the eyes it sometimes draws back its head, but there is not the slightest motion of the eyelids. It voluntarily moved its paws and head as if to rise, and then sank back as if asleep, and lay still on its side.

7.6. Laid it on its belly. It rose and walked a step or two towards a dark corner and then fell. Immediately afterwards the muscles of the neck gave a sort of shudder. After movement the respiration becomes much quicker, and then rapidly becomes slow. After lying a minute or so its respirations are 27 per minute.

7.25. Moves its paws and tries to get up voluntarily, but cannot do so. Irritated paws and ear by sparks from a Du-Bois coil. No reaction. On irritating the inside of the thigh in a similar manner, it stretched out its fore legs, protruded its claws, and seemed to be trying to grasp me.

7.33. The respiration ceased without convulsions. The cannula in the trachea was immediately connected with an apparatus for artificial respiration, and this was kept up. While some adjustment was being made on the apparatus the animal was observed, and its heart was found to have ceased to pulsate about five or ten minutes after artificial respiration had been begun.

On opening the thorax the lungs were found somewhat congested. The right side of the heart was moderately filled. The left ventricle was quite empty and firmly contracted. The surface of the stomach and intestines was much congested. The interior of the stomach was not congested.

In this experiment, respiration continued for two hours after the injection of the poison. The most remarkable points as regards respiration are its great acceleration, with occasional deep breaths at first, its vermicular character about the middle of the experiment, and its regularity towards the end. Reflex action seemed entirely abolished, and sensation very much impaired; the mental faculties seemed sluggish; but voluntary power was retained, and the movements of the animal were not indefinite but distinctly purposive.

The motor nerves and muscles were evidently not paralyzed; but the grey matter of the cord seemed to have lost its power of inducing reflex actions or of conveying painful impressions. Tactile impressions, such as laying the animal on its belly, still caused reaction. The movements thus induced, as well as those caused by irritating the ears, &c., may all be reasonably ascribed to the action of the brain.

Closure of the eyelids would seem to be a purely reflex act, in which the brain is altogether unconcerned.

*Experiment LXI.*

October 29th, 1872.—To ascertain if a mixture of strychnia and woorara produced the same effect as cobra-poison, a guinea-pig weighing 1 lb. was experimented upon.

2.36.30. One cubic centimetre of a solution of woorara (1 in 1000) was injected under the skin of the side.

2.54. As the first dose seemed to produce little effect, another cubic centimetre was injected in the same way as before.

2.56. A drop or two of *Liquor Strychniæ* (4 grs. to 1 fl. oz.) was injected into the side.

2.57. Twitching motions of the body begin. (They were not exactly like those produced by cobra-poison.)

2.58. The animal has fallen over on its side and is paralyzed, but the twitching continues.

3.2. The animal is dead. No convulsions. On opening the animal the heart was found contracting vigorously.

Electrodes were inserted in the spinal column and the cord irritated by an induced current. The limbs contracted when irritation was applied to the cord. The sciatic nerve was exposed and irritated by an induced current. The muscles of the limb contracted.

3.9. Heart still contracts feebly. The lungs are congested.

*Action of Cobra-poison on the Stomach and Intestines.*

One of the most noticeable symptoms of cobra-poisoning in dogs is vomiting of a violent, repeated, and most distressing kind; and it is also present in cats and guinea-pigs, though to a less degree. Its occurrence in guinea-pigs is somewhat extraordinary, as these animals very rarely vomit, and, according to Schiff, only do so after their vagi have been divided; whereas other animals which vomit under ordinary circumstances are then unable to vomit at all. The nervous centre by which the movements of vomiting are originated is closely connected with the respiratory centre, and it may be set in action by stimuli conveyed to it by the branches of the vagus distributed to the stomach and other intestinal organs, and also through the pharyngeal branches, either of the vagus or, possibly, of the glosso-pharyngeal nerve. The brain can also excite it; but the vomiting it produces is not usually prolonged. The vomiting which occurs in cobra-poisoning is, in all probability, due, in part, to irritation of the gastric or abdominal branches of the vagus—but not altogether; for the attempts to vomit continued in Experiment LXIV. after that nerve had been divided in the neck; and the failure to bring any thing up is to be attributed to the cardiac aperture of the stomach failing to dilate at the proper time—a result which usually occurs after section of the vagus.

In Experiment XLIV. there was intense congestion of the mucous membrane of the stomach; but this does not occur in all cases. It could

hardly be due to the division of the vagi in this instance, as that operation is usually followed by paleness of the membrane. The intestinal movements are quickened by the poison, since there is purging, which cannot be due to increased intestinal secretion, as the stools consist chiefly of mucus. The movements continue for a considerable time after death.

*Effect of Cobra-poison upon Respiration.*

The action of cobra-poison upon respiration is perhaps the most important of those which it exerts upon the organism; for it is through this action that death is generally caused. The respiratory movements, besides being frequently altered in form, are generally quickened after the introduction of the poison; then the number sinks to the normal or even below it; they become weaker and, finally, cease altogether. The blood being no longer aerated, becomes more and more venous, and, by irritating either the respiratory centre itself or some nervous centre closely associated with it, occasions general convulsions. These disappear whenever artificial respiration is begun and the blood again aerated; while they reappear when the respiration is discontinued and the blood regains its venous character. This condition is to be observed in Experiment LXII. The dependence of the convulsions on the venosity of the blood is well shown by Experiment VIII. of our former communication, where the condition of the blood was indicated by the colour of the fowl's comb, and as this became florid, or livid, the convulsions disappeared or returned. After they have continued a short while the convulsions cease; for the venous blood does not maintain the vitality of the nervous centres sufficiently to keep them in action; but if artificial respiration be recommenced, the first effect of aerating the blood is to renew the convulsions, by increasing the vitality of the nervous centres, and rendering them again susceptible to the action of a stimulus, though the convulsions disappear as soon as the arterIALIZATION has proceeded sufficiently far.

Increased rapidity of the respiratory movements may depend either upon greater excitability of the respiratory centre in the medulla, or upon stimulation of some of the afferent nerves which have the power to accelerate it. The chief of these are the pulmonary branches of the vagus, though there are probably others proceeding from the cerebrum, through which the emotions influence the breathing, and others from the general surface of the body.

In order to ascertain the cause of the acceleration of respiration several experiments were made. Experiment LXIII. shows that it is not due to the action of the poison on the cerebrum; for it occurs after the cerebral lobes have been removed. The ultimate arrest of respiration is probably due, in part, to paralysis of the medulla, and, in part, to paralysis of the motor nerves distributed to the respiratory muscles. The complete insensibility of the phrenic nerve to the strongest stimuli, while the sciatics

and vagus still retained a considerable amount of irritability, in Experiments XLIV. & LXVI., is very remarkable. The want of coordination between the diaphragm and the thoracic muscles in Experiment LX. is not improbably due to paralysis of the phrenic nerve, though it may be attributed to some alteration in the respiratory centre. Brown-Sequard states that the diaphragm contains ganglia which will keep up rhythmical movements in it after the central nervous system has been destroyed; and if this statement is correct, it seems probable that paralysis of the phrenic, by interrupting the connexion between the respiratory centres in the medulla and those in the diaphragm, may allow the movements of the thoracic respiratory muscles and of the diaphragm to occur one after the other instead of simultaneously.

It is difficult to say to what extent the stoppage of respiration depends on paralysis of the medulla, or of the motor nerves, in each case. Probably the effect of the one preponderates in some cases, and that of the other in others.

*Experiment LXII.*

Nov. 29, 1872.—The vagi of a cat were exposed and some dilute cobra-poison injected subcutaneously. Little effect being produced, the dose was repeated, and then a solution of alcoholic extract of the poison injected subcutaneously and into the peritoneum. After the last injection the animal became feebler. No vomiting. Before death slight convulsions occurred. After they ceased, a cannula was put in the trachea and artificial respiration begun. Slight convulsions again appeared, but ceased as respiration was continued. They recommenced when the respiration was stopped, and disappeared when it was again begun. On once more stopping respiration and allowing the convulsions to cease spontaneously, recommencement of the respiration caused them again to appear.

*Experiment LXIII.*

July 21, 1873.—A rabbit was etherized and the cerebral lobes were exposed and carefully removed.

3 P.M. Operation finished.

3.7. Respirations 37 per minute.

3.8. A small quantity of cobra-poison injected into the flank. Active reflex movements occur on pinching the limbs and tail, and respiration also becomes more rapid.

3.12. Respirations 96 per minute. Heart's action feeble.

3.23. Breathing hurried. Reflex force continues active.

Another quantity of cobra-poison injected, the two doses together not making more than a moderate amount.

3.37. Respirations very feeble. The upper part of the spinal cord, on being irritated by a Faradic current, caused movements in the limbs. Reflex movements still present, but much diminished.

3.38. Respiration ceased. Cannula inserted in the trachea, and artificial respiration commenced.

3.40. Sciatic nerve exposed and irritated by a strong current, induced twitchings in the limbs, but occasioned no reflex movement in any other part of the body.

3.45. The animal seems perfectly dead. The strongest current produces no effect either when applied to the cord or to the sciatics.

The colour of the muscles seems changed when compared with those of the other rabbit (Experiment LXIV.) which had no poison. They are of a less vivid colour, and altogether have an altered appearance.

In this experiment the respirations became quickened from 37 to 96 per minute after the injection of the poison, although the cerebral lobes had been previously removed. The acceleration, therefore, could not be due to emotion, or to the action of the poison on the cerebrum. A comparison with Experiment LXIV. in which the cerebral lobes were removed without injecting any poison, shows that in the latter no acceleration whatever occurred, and the respirations became gradually slower till they ceased.

*Experiment LXIV.*

July 21, 1873.—A rabbit was etherized, the calvaria removed, and the cerebral lobes carefully excised. The bleeding was arrested by cotton-wool steeped in perchloride of iron; and by the actual cautery.

1.18. The operation concluded.  
1.23. Respirations 32 per minute. Reflex movements well marked on pinching feet or tail.

1.33. Respirations 16 per minute and much deeper; and each one ended with a jerk, as if of the diaphragm.

1.35. Fore legs extended in a convulsive manner. Respiration ceased almost entirely; but at long intervals of about 15 and 20 seconds, an inspiration occurred.

On pinching the feet the respiratory movements became more perfect, though feeble.

1.43. Heart beats rapidly but feebly. Respiration has ceased. Reflex movements are still well marked.

1.44. Cannula placed in the trachea, and artificial respiration begun. Reflex movements continued for some minutes; but then the heart ceased to beat.

3.55. Sciatics exposed and irritated by a Faradic current. No contractions occurred in the limbs. The muscles contracted when irritated directly.

From these experiments it was evident that the accelerated respiration was not of cerebral origin; and it was therefore probably due to stimulation of the pulmonary branches of the pneumogastric by the poison. If this were so, the acceleration would not appear if the vagi were divided previously to the injection of the poison, as the stimulation of the

terminal branches of the nerves in the lungs would no longer be conducted to the medulla. The following experiment shows that our hypothesis is correct, the injection of the poison rendering the respirations, which had already been greatly diminished in rapidity by division of the vagi, still slower.

*Experiment LXV.*

Sept. 15th.—A dog was chloroformed; both vagi were divided, and a cannula placed in the trachea. On recovering from the chloroform, the animal became very restless and retched constantly, but was unable to vomit. A little while afterwards he became more quiet, and his respirations were counted.

3.10. Respirations  $7\frac{1}{2}$  per minute.

3.13. Respirations 7 per minute.

3.15. About .01 grain of dried cobra-poison dissolved in  $\frac{1}{2}$  cub. centim. of water was injected into the vein of dog's leg.

Immediately the animal became very restless, and tried in vain to vomit. Respirations 7 per minute.

3.21. Constant retching, but no vomiting. Respirations 7.

3.23. About .02 grain more was injected.

3.27. Constant retching. Respirations 6. The animal now lay down exhausted, and was killed by a blow on the head.

*Experiment LXVI.*

July 9.—About 1 grain of dried cobra-poison dissolved in water was injected into the flank of a white cat.

3.38. Injection made.

3.43. Cat seems depressed, sits with head drooping and eyes nearly shut. Licks its lips occasionally. Pupils moderately dilated.

3.48. Rubs its ear with fore paw, and licks fore paw afterwards. Is disinclined to move. Pupils more widely dilated.

4.25. Another dose injected.

4.50. Another dose injected into peritoneum. As yet there is no symptom except depression and languor.

4.51. Vomiting. Lies crouched down.

5.5. Still vomiting.

5.14. Lies on its side. Movements of vomiting. When the cornea is touched the eyes more, but the lids do not close. There is also sometimes a movement of fore foot as if to ward off the irritant.

5.17. Whining. Pupils much contracted. When the inside of the ear is tickled the animal scratches at its shoulder with the hind leg of same side. It cannot stand. It shakes its head sometimes when its ear is tickled.

5.25. Reflex movement of leg much fainter when the ear is irritated.

5.31. Tries to get up voluntarily. Got up, staggered some steps. Convulsive movements. Death. Immediately a cannula was placed

in the trachea and artificial respiration begun. Sciatic nerve isolated. Irritated by induced current. Foot twitched when secondary coil was at 57 centimetres.

About 6.30. Electrodes screwed into cord about 2nd and 5th dorsal vertebrae.

The strongest current of the coil produced contraction of the muscles of the back, but no contraction of the limbs. The sciatic nerve, when irritated directly, caused contraction of foot with the coil at 23.

6.50. The phrenic nerve irritated; no contraction of diaphragm; vagus irritated; heart stopped.

In this experiment the continuance of reflex action on irritation of the ear, and of voluntary movements, after reflex action on irritation of the eye had disappeared, and almost up to the time of death, are remarkable; as is also the paralysis of the phrenic before the sciatic and vagus nerves.

*Action of Cobra-poison on the Circulation.*

In most cases of death from cobra-poison, the fatal issue is not to be attributed to any failure of the circulatory apparatus; for the heart continues to pulsate vigorously, long after all motions have ceased in the voluntary muscles and the strongest irritation applied to the spinal cord and motor nerves fails to produce the slightest effect. But this only occurs when the dose of poison is not excessive; and when a large quantity of it is introduced, but is, on the contrary, most seriously affected. This is seen in Experiments LXVIII and XXVIII., where the poison having been either injected into the circulation, or absorbed with extreme rapidity, the action of the heart was at once arrested. But it is to be noted that it is not paralysis, but tetanic contraction of the heart which is produced, the poison, in fact, seeming to act as an excessive stimulus; and this being the case, we feel less surprise on finding that, in ordinary cases of poisoning, the cardiac action may be maintained by the use of artificial respiration for more than thirty hours, as Mr. Richards has succeeded in doing in India. The cardiac movements cease much sooner in frogs poisoned by cobra-venom than in those paralyzed by curare—the pulsations in the latter often continuing for very many hours, or even for one or two days. They are also arrested by the direct application of the poison to the heart, as in Experiment LXXII. Its action seems to be somewhat different in degree, if not in kind, when applied to the outside of the heart, as in Experiment LXX., and to the inside, as in Experiment LXXII.; for in the former case the pulsations continued for a considerable time, while in the latter they were instantly arrested, the heart stopping in partial systole and moderately contracted.

The action of cobra-poison being exerted on the heart of the frog after its excision, shows that it acts on the heart itself; and its effect being very much the same without the body as within it renders it probable

that the central nervous system is little concerned in the arrest of circulation by the poison, at least in the frog.

The stoppage of the excised heart may be due (1) to irritation of the inhibitory centres contained within it, or (2) to paralysis of its motor ganglia, or (3) to excessive stimulation of them producing tetanus, or (4) to the action of the poison on the muscular fibre of the organ. It is not due to the first of these causes; for atropia, which paralyzes the inhibitory ganglia, does not restore the movements. The second is improbable, as the heart does not stop in diastole but in systole, and resists distention by fluid within it. The third seems the most probable cause, as one does not see why the poison should arrest the cardiac pulsations at once when applied to the interior of the organ, and not do so when placed on the outside, if it acted on the muscular fibre, whereas it may readily be supposed that the poison may reach the ganglia more readily from the inner side of the heart—though we do not venture to assert that this is the true explanation of the facts we have observed.

The inhibitory branches of the vagus are not always paralyzed (Experiment LXVI.); but sometimes the cobra-poison appears to affect them as well as the motor nerves; and in this it resembles curare, which in small doses does not impair the inhibitory action of the vagus, but in large doses completely destroys it. In Experiment LVI. irritation of the vagus quickened, instead of retarding, the cardiac pulsations—a circumstance which indicates that the inhibitory fibres of the vagus were paralyzed by the poison, but not the accelerating ones.

The capillary circulation is not unaffected by the poison. In Experiment IV. of our former paper, the rhythmical contractions and dilatations, altogether independent of the cardiac pulsations, which Schiff first observed in the rabbit's ear, and which were noticed by Ludwig and Remton in the vessels of many parts of the body, were greatly increased by the injection of the poison.

In Experiments LXXIV. and LXXV. the blood-pressure remained high after the heart had ceased to beat. This shows that the arterioles, or capillaries, must have been much contracted, thus opposing a barrier to the exit of blood from the arteries into the veins.

*Experiment LXVII.*

May 21st.—A cannula was placed in the trachea of a large black rabbit; and some dried cobra-poison dissolved in water was injected into the hip at 1.25 p.m.

1.50. The animal shows symptoms of poisoning. Limbs becoming weak. There is trembling, and the body sinks down. There is starting. The respiration is hurried.

2. Reflex action is well marked when the animal is touched. The limbs seem almost paralyzed; but the animal moves the head and neck freely. It makes efforts to rise, but is unable to do so. The head falls over; the

respiration is getting feeble. The animal seems quite conscious, and starts if touched.

2.4. It is now quite feeble. When the cornea is touched the reflex action is less than before.

2.5. No convulsions. Artificial respiration commenced. The rabbit, wrapped in cotton, was placed in a double tin bath filled with warm water. Temperature in rectum  $98^{\circ}8$ .

2.11. Respiration discontinued for a space.

2.12. Convulsive twitchings of legs begin. Natural respiration has ceased. Artificial respiration resumed. Pupils contracted. Reflex action on irritation of the cornea has ceased.

2.16. Since the artificial respiration has been resumed there have been no more convulsive twitchings.

2.55. The heart beats rapidly, but vigorously.

Temperature  $101^{\circ}$ . The bath being rather hot, its temperature was lowered by a little cold water added to it.

2.57. The animal passed a quantity of urine tinged with blood.

3.5. Heart beats vigorously.

3.15. The eyeballs are very prominent; pupils normal.

3.45. Heart beating well, but apparently not so vigorously as before. Temperature  $100^{\circ}5$ .

3.55. The bath getting cold; a little hot water added to it. The heart beating more vigorously than at 3.30.

4.20. Heart beating well—if any thing, more vigorously than before.

4.40. Heart beats steadily, but apparently with less vigour. Temperature  $100^{\circ}2$ .

5. Heart sometimes beats steadily 130–140 times per minute. Then it gets feeble and intermits, and again beats steadily.

5.5. Heart beats more freely. Added more warm water to the bath.

5.25. Heart beats rapidly but more feebly.

5.35. The same.

6. Heart beating rapidly, perhaps rather more feebly. Temperature maintained at  $100^{\circ}5$ .

6.10. Heart beating well and more vigorously.

6.30. Heart beating well, rapidly but steadily.

The attendant, being left alone, discontinued artificial respiration, and the animal died. The fluctuations in the activity of the pulsations were, in all probability, due to the more or less perfect maintenance of the artificial respiration.

#### Experiment LXVIII.

A small rabbit had two drops of diluted cobra-poison injected into the jugular vein. In 30 seconds he was in convulsions, and in 60 seconds was dead.

The thorax was opened immediately; the heart had ceased to beat, and was firmly contracted.

A large vein entering the auricle on the left side was pulsating vigorously and rhythmically, though no part of the heart itself showed the least trace of motion.

#### Experiment LXIX.

June 26, 1872.—Half a drop of cobra-poison diluted with  $\frac{1}{2}$  cub. centim. of water was injected under the skin of a guinea-pig, weighing about 450 grammes (1 lb.).

At 12.13.15 the injection was made. Immediately the animal became restless and cried constantly.

At 12.15 twitching movements began in the limbs.

At 12.16 the animal was quiet, and would not move when touched. It then became restless again, and remained so till 12.44.

12.44. The jugular vein was exposed, and  $\frac{1}{2}$  cub. centim. of the diluted poison was injected into it (=  $\frac{1}{2}$  drop of poison).

In less than 30 seconds the animal appeared to be dead.

The thorax was opened, and the heart found to be motionless and the walls of all its cavities firmly contracted. The lungs were ecchymosed.

12.55. Electrodes were inserted into the spinal cord, and an interrupted current passed through it. Whenever the current passed, the legs of the animal jerked vigorously.

The blood which was collected from the large thoracic vessels formed a firm coagulum.

1.22. The cord was still irritable when excited by the induced current.

#### Experiment LXX.

Jan. 14, 1873.—The heart of a frog was excised. It beat 20 times in 1 minute. Several drops of cobra-poison were then placed upon it, and it beat 24 times in 1 minute. When seized with forceps and placed in cobra-poison it stopped in systole; but this might be due to the effect of the compression by the forceps.

#### Experiment LXXI.

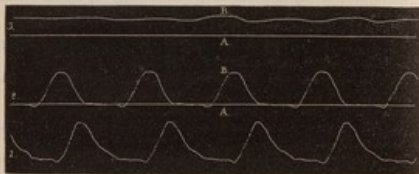
Frog's heart excised. Beats, 30 in the first minute, 34 in the second. Cobra-poison applied to it. It immediately stopped, and then began again, but slowly and feebly. Then it beat 26 times per minute, less strongly than before. It gradually recovered and seemed little affected, but stopped about 10 or 15 minutes afterwards.

#### Experiment LXXII.

A cannula was placed in the aorta, and another in the vena cava of a frog. All branches were tied, the heart excised, and placed in connexion with H. P. Bowditch's apparatus for keeping a stream of serum circulating through the heart and recording its pulsation by means of a manometer on a revolving cylinder. When fed with pure serum, the heart's



contractions were regular and strong; but whenever serum containing dried cobra-poison in solution (in the proportion of about two grains in three fluid drachms) was introduced into the apparatus the heart stopped almost immediately. As will be seen from the accompanying tracing, it became partially contracted and gave one or two feeble beats, but did not dilate, and then remained still, the contraction, however, very slowly and gradually increasing.



These tracings were obtained from a frog's heart by means of a small mercurial manometer connected with the aorta. The tracings all read from right to left.  
 1. Tracing obtained from the heart supplied with pure serum by means of a tube in the vena cava.  
 2. Tracing of the same kind, with the addition of the line A, which indicates the zero of the mercury. The tracing B, given by the heart, sinks down to zero during each diastole.  
 3. Tracing given by the heart after it had been supplied with serum containing a small quantity of cobra poison in solution. The heart makes a few ineffectual attempts, but can neither contract nor relax, and remains still, in a condition midway between complete systole and complete diastole. The line A is the zero to which B would sink if the heart relaxed completely during diastole.

Experiment LXXIII.

A cat was deprived of consciousness by a severe blow on the head; and a cannula being placed in the trachea, artificial respiration was begun. The thorax was then opened and the heart exposed. A solution of dried cobra-poison in water was then injected into the jugular vein. At first the cardiac pulsations became much quicker, but they were also strong. They next became very small and rapid. Lastly, the right ventricle became much distended, and the heart stopped. The lungs became contracted; and when force was used to distend them they did not expand equally, but became emphysematous in spots, so that the exterior of the lung assumed a nodulated appearance. When the right ventricle was punctured it contracted firmly. No further contraction took place when it was irritated by the direct application of a Faradic current. The blood coagulated.

Experiment LXXIV.

A cannula was placed in the carotid of a dog and connected with a kymographion.

Time.	Mean blood-pressure, millims.	Pulse per minute.	Remarks.
1.36	150	144	Injected some cobra-poison dissolved in water into the sciatic vein. The pressure rose to 165, and then sank in 7 seconds to 135.
	165		
	135		
1.45	59		
1.48	57		.. Faces passed. A clot formed in the cannula and had to be removed.
1.55	70		
About 1.58	80		.. Injected some more poison.
1.58½	20		
1.59	55		
1.59½	70		.. Clot again formed.
2.2	75		
2.7	85		
2.10	85		
2.16	80		.. Legs loosened; but the animal did not move. Convulsive movements occurred almost immediately afterwards.
2.17½	..	..	.. Cornea still sensible.
2.18	85	..	.. Convulsive movements.
2.19½	90	..	.. Convulsions.
2.20½	80	80	No movement.
2.20½	90	64	The pulse here suddenly changed from 80 to 64; and at the end of every third beat the pressure sank 25 millims., while at each of the others it only sank 5 millims.
2.21½	98	..	Height of each single pulse-wave is now 10 millims. instead of 5, and every now and then it sinks 30; but the number of beats after which it sinks is not now so regular.
2.21½	100	64	Convulsions.
2.22½	105	..	There were now 8 pulsations, and then an interval of 6 seconds, during which the pressure went down to 43 millims. Five beats

Time.	Mean blood-pressure. Pulse		
	millims.	per minute.	
2.29	30	..	more raised it to 120. Height of each pulse-wave about 15 millims. The pulse has been getting smaller and smaller, and the intervals longer and longer; it is now imperceptible.
2.30	30	..	The pressure still seems at 30, notwithstanding the imperceptibility of the pulse.
2.45	..	..	The heart was cut out. It still contracted when irritated.

The injection of cobra-poison here caused a diminution of the blood-pressure at first; but a further injection again raised it. In the latter part of the experiment there is not the slightest trace of failure of the heart's action, but, on the contrary, every evidence of powerful action. When the respirations failed, the heart became slow from irritation of the roots of the vagus by venous blood; and the pulsations were gradually weakened by the same condition. The fact that the blood-pressure sank slowly and did not fall below 30, even after the heart had almost entirely ceased, shows that the arterioles were much contracted.

#### Experiment LXXV.

A cannula was placed in the carotid artery of a rabbit and connected with a kymographion.

The blood-pressure was 75 millims. of mercury. One cub. centim. of a 2-per-cent. solution of cobra-poison was injected into the jugular vein. Almost immediately the animal began to struggle, and the pressure rose to 95. It remained at this for a minute and then fell. The float unfortunately stuck, and the curve it should have described in falling was consequently lost. On again getting the instrument to work, the pressure was found to be 25; and this continued, although the heart had ceased to beat and the thorax was opened. On cutting across the aorta, the pressure fell to zero, showing that it had not been due to any clot in the vessel.

In this experiment the poison seems to have caused tetanic contraction of the heart, and also of the arterioles. The permanence of the pressure at 25, notwithstanding the stoppage of the heart's action, can only be ascribed to contraction of the arterioles preventing the escape of blood from the arterial into the venous system.

#### Excretion of Snake-poison.

We have made only one or two experiments, ourselves, on the excretion of cobra-venom; but, from the data afforded by the experiments and observations of others, we consider that it is excreted by the kidneys and mammary glands, and probably also by the salivary glands and mucous

membrane of the stomach. A case reported by Mr. Shiroore, of Calcutta, in which an infant, suckled by its mother after she had been bitten by a snake (species unknown), died in two hours after it had partaken of the milk, shows that the poison is excreted by the mammary glands, and with considerable rapidity; for the child took the breast before any marked symptoms had occurred in the mother\*. Its excretion by the kidneys appears from an experiment of Mr. Richards, of Balasore, who found that some urine from a dog poisoned by the bite of a sea-snake (*Echydria bengalensis*) killed a pigeon in 22 hours after being hypodermically injected †. Some saliva, which we obtained from the submaxillary gland of a dog poisoned by cobra-venom, had no effect when injected under the skin of the thigh of a lark; but Mr. Richards found that one drachm of the greenish liquid which flowed from the mouth of a dog poisoned by cobra-venom killed a pigeon in two hours. As this fluid flowed constantly from the mouth, and the animal was paralyzed and motionless, it seems probable that, notwithstanding its colour, it was saliva and not bile.

As the poison-glands of the snake are modified parotid glands, we should naturally expect the poison to be excreted by the salivary glands; and we think it possible that the immunity which poisonous snakes enjoy from the effects of their own poison or that of another species (an immunity which is not shared by innocuous serpents, nor even by small individuals of a venomous species poisoned by a large dose of venom) may be due, at least in some measure, to their power of excreting the inoculated venom through their own poison-glands. We have, however, had no opportunities of trying whether venomous serpents, after extirpation of their poison-gland, succumb to the bite of others in the same way as innocuous ones.

#### On the Means of preventing Death from the bites of Venomous Snakes.

In the case of all poisons, snake-venom included, there is a dose which is insufficient to kill; and animals may recover from it even after the characteristic symptoms of the poison have been distinctly manifested.

It has been clearly shown by Hermann that the real dose of any poison, or, in other words, the quantity which is actually circulating in the fluids and operating on the tissues of the body, depends on two factors, viz. the rapidity with which it is absorbed, and the rapidity with which it is excreted. If absorption goes on more rapidly than excretion, the poison accumulates in the blood and exercises its lethal action; while the quantity in actual circulation may be reduced to an infinitesimal amount and deprived of all power for evil, if the excretion can keep pace with, or go on more rapidly than, the absorption. Thus it is that curare kills an animal when introduced into a wound; for the poison is absorbed from the wound more rapidly than it can be excreted by the kidneys. If placed in the stomach, curare has usually no apparent action whatever; for it is

\* *Thanatophidia*, p. 43. † *Indian Medical Gazette*, May 1, 1873, p. 10.

excreted in the urine as quickly as it is absorbed by the gastric walls. But if absorption be quickened by increasing the quantity administered and giving it on an empty stomach, curare will have the same effect as when it is placed in a wound or injected into the circulation. A like result is obtained by arresting its excretion, either by ligaturing the renal vessels or extirpating the kidneys. Snake-venom is also poisonous when absorbed by the mucous membrane of the stomach.

On the other hand, when we wish to prevent the accumulation of a poison in the blood and thus to arrest its action, we must either lessen its absorption, quicken its excretion, or combine the two means.

In the case of curare the former of these is sufficient; and all the bad effects of the introduction of this poison into a wound may be prevented by applying a ligature between the wound and the heart, and only loosening the bandage occasionally, for an instant or two at a time. The same obtains in snake-poisoning. In this way only a little of the poison is absorbed each time the ligature is slackened, and this is excreted by the kidneys before another quantity is absorbed. If the poison can be removed from the wound itself by other means, instead of making the whole of it pass through the circulation, the danger it causes will, of course, be sooner over. Our power to quicken excretion is, in most cases, much less than that to retard absorption; and it is therefore on the latter that we mainly rely in cases of poisoning in general, as well as snake-bites in particular.

The various methods of mechanically arresting the introduction of the virus, by excision, cautery, and chemical agency, have been fully discussed in the 'Thanatophidia of India;' and we purpose now to consider its excretion or removal from the organism.

Before doing so, however, we must inquire whether its removal is likely to be of any service or not; for, as we have already pointed out in our previous communication, the action of the poison may be of two kinds. 1st. It may resemble curare in destroying the power of the nervous system so long as it is present in the blood, but leaving it in a condition to resume its functions as soon as the poison has been removed. 2nd. Its action may be identical with, or similar to, that of a ferment, decomposing or altering the nervous and muscular tissues *in situ* (in somewhat the same way as the pancreatic or gastric ferments would decompose them if they had been placed in the intestinal canal), and thus rendering them utterly incapable of ever again performing their functions.

If the action of the poison is of the latter kind, no treatment can be expected to be of any avail if the dose has been large; but if it is of the former, we may still entertain a reasonable hope of averting a fatal result, even when the dose of venom has been large.

We have shown in our previous communication, that, by means of artificial respiration, life may be prolonged for many hours, and time thus afforded for the excretion of some of the poison; but the means at our disposal have not enabled us to maintain respiration sufficiently long

to show us whether the nervous and muscular systems regain their function after the excretion of the poison has proceeded far enough. The experiments of Mr. Vincent Richards, and of a committee appointed by the Government of India in Calcutta, at our suggestion, to investigate the use of artificial respiration in death by snake-bite, being performed under more favourable auspices, have afforded us the data which we were unable to obtain from our own. In one instance, a dog was bitten by a sea snake (*Echydria bengalensis*), and, two hours afterwards, died in convulsions. Artificial respiration was commenced; but, four hours afterwards, the application of a galvanic current caused no muscular contractions; the eyes were dry and glazed, and the body was cold. Next morning, about sixteen hours after the apparent death of the animal, reaction commenced; the application of a galvanic current again caused movements of the body and expulsion of urine, and the bowels acted spontaneously. In five hours more reaction seemed established and went on increasing; the animal appeared as if it would recover: the eyes lost their glazed appearance, tears were secreted, and a greenish-looking fluid flowed from the mouth; reflex action became re-established, the eyelids closing when the cornea was touched or when water was poured into the eye. Attempts to swallow were made when water was poured into the mouth; and the application of a pan of hot charcoal to the chest caused convulsive movements all over the body; and these also occurred spontaneously. The animal also became more or less sensible, and the eyelids twitched when the finger was merely brought near the eye.

These phenomena show that the muscles, the motor nerves, the secreting nerves, the spinal cord, and the cerebrum had all recovered their functions to a certain degree, after it had been completely abolished for sixteen hours. This we think would not have been the case had the poison acted by decomposing the tissues in the manner of a ferment; and we are therefore inclined to hope that, like curare, it acts only while present in the system, and that its injurious effects may be arrested by its removal.

Notwithstanding the fair promise of recovery which the use of artificial respiration gave in this instance, the heart became weaker, and the animal died 24 hours and 35 minutes after its first apparent decease. Nor has the Committee been more successful in its further experiments, although life has been prolonged for even 39 hours. This result shows that, although artificial respiration may still prove useful in sustaining life and affording time for the use of other measures, it alone is not likely to be of much service in preventing death from snake-bite, except in those cases where the quantity of poison is just enough to kill and no more.

It is evident from the length of time during which life may be maintained without the animal ultimately recovering, that the excretion of the poison is very slow; but we at one time thought to quicken it by the employment of diuretics and sialogogues, and to prevent reabsorption by draining off the urine and saliva constantly. We also proposed to wash

out the stomach from time to time, in order to remove any poison which might be excreted through the gastric walls, keeping it partially filled with milk or other nutrient fluid during the intervals, in order to sustain the strength of the animal.

We are by no means certain that some of these methods may not prove useful adjuncts; but as our hope of stimulating excretion, by the salivary glands at least, has been much lessened by our discovery that the poison paralyzes the nerves of secretion, we are inclined to think that, perhaps, the readiest method of removing the poison from the body may be to allow it to flow out along with the blood in which it is circulating, and supply the place of the poisoned blood thus withdrawn by means of transfusion.

The greater part of the poison present in the system is probably contained in the blood, and only a small proportion in the tissues; for one of us (Dr. Fayrer) has found that a few drops of the blood of a dog killed by the bite of a cobra or *Daboia* caused death in seventy-five minutes, when injected into the thigh of a fowl ('*Thanatophidia*,' pp. 80, 83, 110, 120). By removing as much blood as could be taken without endangering the life of the animal, a great part of the poison would be withdrawn from the system; and, probably, any harm from the copious bleeding would be prevented by transfusing fresh blood immediately afterwards.

We have tried one or two experiments with transfusion; but they have hitherto been unsuccessful.

We are therefore by no means confident that death may be prevented by the combined use of artificial respiration and transfusion; but we think that they present some chance of success, and that, at all events, the suggestion is justifiable on scientific and rational grounds.

The treatment of animals poisoned by cobra-virus by the hypodermic injection of liquor ammonia has been frequently tried in India by one of us (Dr. Fayrer) (*vide* *Thanat.* pp. 89 *et seq.*), and also by Mr. Richards, of Balasore, and by ourselves again in London, on several occasions.

The alkali has been administered internally, injected into the areolar tissue, and also into the veins, over and over again; but no benefit has resulted. The objection has been made that experiments of this nature, made on animals, are not conclusive in reference to the probable action of the agent experimented with on human beings; but this objection can hardly be considered valid in a physiological point of view.

At any rate the trials that have been made, of this mode of averting the lethal effects of the poison, in India by Dr. Hilson, Civil Surgeon of Moradabad, do not afford any indication that the intravenous injection of liquor ammonia was followed by any diminution of the effect of the poison, the man in both cases having died\* (*vide* '*Indian Med. Gazette*,' Oct. 1873).

\* It is unnecessary to occupy time by describing in detail the various substances (animal, vegetable, and mineral) that have been administered as antidotes. Particulars may be found in the '*Thanatophidia*,' where the details of experiments conducted for the investigation of their actions are recorded.

The same may be said of other reputed antidotes, such as:—Tanjore pill and other preparations of arsenic; the hypodermic injection of liquor potasse; quinine, ipecacuanha, *Aristolochia indica*, and a variety of other drugs, generally of a vegetable nature, and enjoying a large amount of popular confidence: all, when brought to the test of carefully conducted experiment, failed, as might have been expected, to give any favourable result.

It seems almost unnecessary to allude to the so called snake-stones; they are powerless for good or evil. They have also enjoyed much confidence; but when submitted to the test of impartial experiment and observation, their virtues prove as unreal as those of the antidotes above mentioned.

With reference to the mechanical methods of preventing the entry of the poison into the circulation after a bite, we think that the speedy application of an elastic cord (such as is used in bloodless operations) round the limb, combined with the application of cups attached to an exhausting-syringe or pump\*, might be of advantage, and that it might be made of general application in India.

\* Such an apparatus has now been constructed.

[From the PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, No. 145, 1873.]

ON THE  
NATURE AND PHYSIOLOGICAL ACTION  
OF THE  
POISON OF *NAJA TRIPUDIANS*

AND OTHER

INDIAN VENOMOUS SNAKES.

PART I.

BY

T. LAUDER BRUNTON, M.D., Sc.D., M.R.C.P.,

AND

J. FAYRE, C.S.I., M.D., F.R.C.P. Lond., F.R.S.E.,  
SURGEON-MAJOR BENGAL ARMY.

But on that which is involved in the 2nd, and partly in the 4th, much is still required to be done; and therefore on the question of the nature and physiological action of the virus on life, and the application of that knowledge in the treatment of those poisoned, the following investigations have been made.

That the subject is one of interest in a purely scientific as well as sanitary point of view we believe will be admitted; for it is as important to humanity as to science that the nature and properties of a poison which, in India alone, probably destroys over 20,000 human beings annually should be determined.

We are aware that these figures may excite astonishment and even mistrust; but the sources from which the information is derived place it, we think, beyond a doubt, being derived from official returns for the year 1869, supplied to Dr. Fayer by the Government of India.

He has received reports from Bengal, the North-west Provinces, Punjab, Oude, Central Provinces, Central India, Rajpootana, British Burmah, showing the loss of life from snake-poisoning in those provinces in the year 1869.

These records represent, it is true, only a portion of India, as the Madras and Bombay Presidencies, as well as other parts of India, are not included. Had similar information been obtained from these provinces, the list of mortality would doubtless have been much larger; as it is, the number of deaths is perfectly appalling, and the subject merits consideration, with the view of providing, if possible, some remedy.

He has roughly classified the deaths under the headings of the snakes that inflicted the fatal wound; but the records are rather vague on this point, and the information not perhaps always very reliable. Still they are sufficiently explicit to make it clear that, in order of destructiveness, the cobra (*Naja tripudians*) occupies the first place on the list; the krait (*Bungarus cerasus*) the second place; whilst under the headings of "other snakes" and "unknown" must be included many deaths due to cobra, *Bungarus cerasus*, *Ophiophagus*, *Daboia*, *Echis carinata*, *Bungarus fasciatus*, *Hydrophide*, and some perhaps to the *Trimeresuri*, though, as to the last, there is reason to believe that deaths from their bites are comparatively very rare.

The total number of deaths recorded therefore stands thus:—

Bengal, including Assam and Orissa	6,645
North-west Provinces	1,995
Punjab	755
Oude	1,205
Central Provinces	606
Central India	90
British Burmah	120
Total	11,416

*On the Poison of Naja tripudians.*

THE destruction of life in India by snake-bites is so great, that, with the hope of preventing or diminishing the mortality, in 1867 Dr. Fayer began, and has recently completed, a protracted and systematic series of investigations on the subject in all its aspects; and, in a work entitled the 'Thanatophidia of India,' has published a description of the venomous snakes found in British India, with an account of a series of experiments on the lower animals, conducted for the purpose of studying the nature of the poison, its *modus operandi*, and the value of the numerous remedies that have been from time to time reputed as antidotes—that is, as having the power of neutralizing the lethal effects of the virus, and of saving life.

His object in carrying out these investigations has been:—

1st. To ascertain the nature and relative effects of the bite of the different forms of Indian venomous snakes, and the conditions and degrees of intensity under which the activity of the virus is most marked.

2nd. The physiological action of the virus, and its mode of causing death.

3rd. The value of remedies, and the extent to which we may, by preventive or therapeutic measures, hope to save life.

4th. To ascertain and make known the actual state of our information in connexion with these three points of inquiry, and to substitute scientific and rational knowledge for vague, empirical, and dangerous theories.

He has had the honour of submitting a copy of this work to the Royal Society; and it is therefore unnecessary to occupy its time by repeating much of what is therein related on the 1st, the 3rd, and part of the 4th heads.

of a population (according to Dr. Hunter) of 120,972,263, or, in round numbers, about one person in every 10,000.

This total, large as it is, we fear cannot be regarded as the real mortality in these provinces, nor may the numbers be accepted as an absolutely true indication of the relative frequency of deaths in each.

The information from which these records were framed was, though official, probably only partial and imperfect. Dr. Fayer believes that if systematic returns could be kept, as he has suggested that they should be, by the police in every district, subdivision, and municipality, the number of deaths would be, excluding all doubtful cases, much larger. He believes also that were such information collected throughout the whole of Hindoostan, it would be found that more than 20,000 persons die annually from snake-bite.

The result of his investigations in India has been, we think, to show that, so far, no agent or antidote, as that term is commonly understood, has been found effective in neutralizing the action of snake-poison. We think it is also pretty clearly demonstrated that death is caused in most cases, at all events where a full quantity of the virus has been injected, by its action on the nerve-centres, though whether on them alone, or also on the peripheral distribution of the nerves, or on the muscles themselves, or the exact extent to which each is affected, there may be some difficulty in determining. The facility of all the methods of treatment hitherto had recourse to is probably explained by the mode of death: their inability had long since been demonstrated by Fontana, who, ninety years ago, among other things, showed that the outward and inward use of ammonia, as well as its injection into the veins, was as powerless for good as were all other remedies.

There is apparently some analogy between the nature of the action of the cobra-virus and that of curara, death in both cases being brought about by arrest of respiration through paralysis of the respiratory apparatus.

In the case of the curara it has been demonstrated by experiment that this is due to paralysis of the peripheral distribution of the motor nerves; and it has been further shown that if respiration be continued artificially for a sufficient length of time, perfect recovery may take place, as we have ourselves observed, the poison being eliminated from the system, and not having, during its presence, so far compromised the integrity of the parts of the nervous system where it took effect as to interfere with a resumption of their functions after its removal. Now it is evident that artificial respiration and the use of any remedies that may expedite elimination, with the application of artificial warmth to sustain temperature up to the normal standard, are the measures which may be regarded as antidotal in a rational sense to this form of poisoning; and such they have proved themselves to be; for if an animal apparently dead from curara-poisoning be kept warm and artificial respiration be kept up for some hours, it will perfectly recover.

It is in the application of similar principles that we may hope to realize a similar result in cases of snake-poisoning; and it is with this object that the investigations by Dr. Lauder Brunton and Dr. Fayer, since his return to England, of which the present paper is an instalment, have been pursued.

Our investigations so far confirm the opinion by Dr. Fayer already recorded, that death is due to the action of the poison on the nerve-centres, to which it is conveyed by the blood with terrible rapidity when the injection of the poison takes place into a large vein like the crural or jugular. But we have not yet arrived at absolute conclusions as to the extent to which this neurotic action is carried, whether it be localized in the nerve-centres only, or whether there be, and to what extent, any action on other portions of the nerve-apparatus.

Our experiments so far, though pointing distinctly to the centres as the seat of its action, in some cases seem to imply that the nerve-periphery and perhaps even the muscles themselves are involved; but on this head, for the present, we reserve the expression of a positive opinion.

With reference to remedial measures in cobra-poisoning, we would remark that, so far as our experiments have as yet gone, artificial respiration has certainly had the effect of prolonging life; and without committing ourselves to any opinion, we would say that we would not yet abandon hope that it may, as in the case of the curara, even save it altogether. This must of course depend on, first, the nature of the action of the poison on the nerve-apparatus—that is, whether it be of a transient or permanent character. Is it, for example, like curara, which though it destroys the power of the peripheral extremity of the motor nerves during its presence, yet leaves them uninjured and capable of resuming their functions after the poison is removed (as it may be) by elimination, life being supported by artificial respiration during that process.

If so, and the cobra-poison, even though antagonistic and annihilative of the action of the nerve-centres and peripheral distribution, or of the muscular irritability itself, be only so whilst it is present, and would, if removed within reasonable time, leave the nervous apparatus or muscles in a condition to resume their operations, then, if elimination could be carried on whilst respiration is artificially sustained, we might hope to succeed eventually in cobra as in curara poisoning.

Or could we, indeed, conceive of and find any agent so subtle as to overtake and neutralize the virus whilst it is in the system, and before it should have compromised the nerve-centres or other parts, then we should have the antidote which has been so long sought for, but yet, we fear, not found\*. We do not now wish to speak of the action of the cobra-virus as it

\* Fontana thought he had discovered such an agent in the "pierre à caustique" (caustic potash). He says of it:—"Mais on peut point douter cependant de l'efficacité de ce remède, et on peut affirmer que la pierre à caustique est le vrai spécifique de ce terrible venin."—*Sur les Poisons*, p. 324 (Florence, 1781).

This agent has been tried in India, but has not proved of any service in cobra-poisoning.

operates secondarily on the blood, either in those cases where great vigour of the animal or smallness of the dose have enabled the creature to resist the immediate and deadly neurotic effects of the poison. Such cases are to be classed among other septicæmias, and are apart from that we are now discussing.

The question resolves itself into three points of inquiry:—

1st. Is the nature of the virus such that we may hope to find any agent that may overtake, neutralize, and so render it (the virus) harmless or inert?

2nd. Does the virus exert only a temporarily pernicious action on the ultimate structure of the nerve-centres or other parts of the nerve-apparatus? i. e. is it only inhibitory or hurtful during its presence in the blood, but if removed would leave the nerve-apparatus in a condition to resume its functions (such as curara), or does it enter into some permanent composition or union with the nerve-elements? or, 3rd, does it so modify their arrangements as to render them permanently incapable of resuming their functions, even after the poison has been eliminated, if it may be so removed, as we know other poisons may? Such, we fear, may be snake-poison!

If the first proposition be correct, then in some subtle chemical agent, or, if the second, in artificial respiration and eliminant action we may have hope of success.

If the third, what chance have we beyond that of sustaining life as long as artificial respiration be maintained? for if the nerve-apparatus be permanently injured, no resumption of its functions can take place. Whichever of these propositions be nearest the truth, there must still be a condition in which, from the smallness of the quantity of virus inoculated, recovery is possible—one in which the full lethal effect of the virus is not produced. In such cases, no doubt, remedial measures may be of avail.

The results of investigations in India have led to the conclusion, then, that death is brought about by the action of the poison on the cerebro-spinal nerve-centres, paralyzing them, and in some cases, where the quantity of virus was large and introduced into the circulation through the medium of a large vein, acting directly on the ganglia of the heart, causing arrest of its action. In those cases where the quantity of virus inoculated is smaller and of less intensity, according to the condition of the snake or its species (the poison of some genera being less active than that of others), secondary changes, though of what precise kind we are not yet prepared to say, occur in the blood itself, but allied in character to that of other blood-poisons and probably of a zymotic nature. We would merely for the present remark that, in the first class of cases, we believe that remedies or means of treatment other than those which may be of a preventive character are as yet of no avail, whilst in the second it is probable that they may be of some efficacy. So far we believe little more has been done than to go over ground that has

already been traversed by previous observers, who have come to similar conclusions that most of the reputed antidotes have been powerless, and that where there has been an appearance of success, it has depended not on any antidotal or antagonistic action of the remedy so much as on the fact that the quantity or quality of the poison was defective; and how this may be explained, Dr. Fayer has endeavoured to prove by showing that the snake may have been exhausted, that its poison may be deficient in quantity or in quality, or that it may have wounded without inoculating sufficient of the poison to cause death, or more than to cause slight poisoning, and probably that, by a sphincteral arrangement of fibres, as pointed out by Dr. Weir Mitchell to exist in the rattlesnake, the snake may have the power of imbedding its fangs without shedding its poison at all.

Much virtue has been recently attributed to one of the oldest and most trusted of all antidotes—ammonia; but it was long ago shown by Fontana by repeated experiments that the injection of this agent into the veins, as well as its internal administration and external application, were powerless (as may be seen by reference to the following\* pages of his works), so it has proved in all the experiments made with it in India. Any complete and satisfactory means of resisting, antagonizing, or eliminating the poison and of saving life are, we fear, still unknown; and it is in the hope that by determining the physiological action of the poison we may make some advance in our knowledge of this important subject, that the following investigations have been undertaken with cobra-virus sent to us from Bengal, and of which we hope to receive continued supplies from Mr. Vincent Richards, of Balasore, who, at our request, is also carrying on a series of experiments on the subject.

#### Appearance and Chemical Characters of Cobra-poison.

The poison when fresh is a transparent, almost colourless fluid, of a somewhat sirupy consistence, and not unlike glycerine in its appearance. When quickly dried it forms a transparent mass of a yellowish-brown colour, and resembling some kinds of gum-arabic. The poison may be kept in a fluid state for some months without undergoing any change, but after a certain time it decomposes.

During decomposition it gives off a quantity of gas, which has been ascertained by Dr. Armstrong to be carbonic anhydride, and at the same time acquires a dark brown colour and a disagreeable odour. The dried poison may be kept for a much longer time without undergoing any apparent change.

The chemical constitution of the poison has been examined by Dr. Armstrong. He has not been able to separate from it any crystalline principle. It is partially coagulated by heat; mineral acids produce in it

\* 'Traité sur le venin de la Vipère,' vol. i. pp. 108, 109, 116, 120, 124, 129; vol. ii. pp. 5, 6, 7 (Florence, 1781). 'Opusculi Scientifica,' Letter iv. pp. 123 et seq.



a gelatinous precipitate; absolute alcohol throws down a white gelatinous precipitate; a drop of it evaporated with a little sulphate of copper solution and then treated with caustic potash gives a violent coloration. These reactions show that the chief constituent of the poison is an albuminoid body. On an ultimate analysis being made, very little difference was found to exist between the fresh poison, the alcoholic precipitate, and the alcoholic extract. This is the only ultimate analysis of the poison of any snake which has yet been made, so far as we know. We quote the results of it, and give the composition of albumen for comparison\*.

Crude poison.	Alcoholic precipitate.	Alcoholic extract.	Albumen.
Carbon, 43.55 . .	45.76	43.04	53.5
Nitrogen, 43.30	14.30	12.45	15.7
Hydrogen . . . .	6.90	7.	7.1
Sulphur . . . . .	2.5		
Ash . . . . .	traces.		

We have recently received from Bengal some cobra-poison dried and in appearance resembling dried gum. On this we hope to report on a future occasion.

Although there is little difference between the composition of the alcoholic precipitate and extract, there is an immense difference between their physiological actions, the extract being a virulent poison and the precipitate almost inert. It is to be observed that the poison examined by Dr. Armstrong had already begun to undergo decomposition; but if it should be found by further experiments that the properties of the extract and precipitate from perfectly fresh cobra-poison are the same as those of the poison he used, it will form a notable distinction between the poison of the cobra and that of the rattlesnake. The precipitate thrown down by alcohol from the poison of the rattlesnake has been ascertained to be active, while the alcoholic extract is inert (*vide* Weir Mitchell, "Physiology and Toxicology of the Venom of the Rattlesnake," Smithsonian Contributions, 1860, p. 36).

We have experimented on four different samples of poison sent from Bengal. The first was originally a clear transparent fluid; but after keeping it decomposed and became almost black, as already described.

\* Dr. Armstrong in his analysis does not appear to have arrived at the same conclusions as the Prince of Canino (L. Bonaparte), who detected the presence of a peculiar principle perhaps allied to ptyaline, to which he gave the name *Echidnine* or *Viperina*, in addition to fatty matter, salts, albuminous and mucous substance. It has been suggested by Prof. Baak (*vide* Holmes's 'System of Surgery,' vol. v. p. 941) that the venom may reside in a principle analogous to, though differing from, ptyaline. We would not, however, regard Dr. Armstrong's analysis as conclusive, but hope to have the result of further examination of large quantities of the virus.

It retained its fluidity and activity to the last. The third sample was of a light-brown colour, quite solid, and resembling dry hard cheese in its consistency. The second and fourth consisted of a clear, thin, transparent fluid and a white curdy precipitate. None of these specimens had the same activity as the first; they produced similar symptoms, but much less marked.

*Effects of the poison.*—The local effects of the poison are partial paralysis of the bitten part, occasionally pain in it, ecchymosis around the spot where the poison has been introduced, and sometimes in other and distant parts, and, if the animal survives for some hours, infiltration and perhaps incipient decomposition of the tissues and hemorrhagic discharge.

The general symptoms are depression, faintness, hurried respiration and exhaustion, lethargy, nausea, and vomiting. In guinea-pigs and rabbits peculiar twitching movements occur, which seem to represent vomiting in them, and occasionally, in fact, guinea-pigs do vomit. Dogs vomit, are salivated, and present an appearance as if the hair had all been rubbed the wrong way, "staring." As the poisoning proceeds paralysis appears, sometimes affecting the hind legs first and seeming to creep up the body, and sometimes affecting the whole animal nearly at the same time. There is loss of coordinating power of the muscles of locomotion.

Hemorrhage, relaxation of the sphincters, and involuntary evacuations, not unfrequently of a sanguinous or mucous-sanguinous character, often precede death, and it is generally accompanied by convulsions.

In fowls the appearance is one of extreme drowsiness; the head falls forwards, rests on the beak, and gradually the bird, no longer able to support itself, rolls over on its side. There are frequent startings, as if of sudden awaking from the drowsy state\*.

The effects of the poison upon dogs, guinea-pigs, and rabbits are illustrated by the following experiments.

The poison which was first sent home and still remained perfectly liquid, but had become of a dark brown, almost black colour, and somewhat inspissated, was used.

#### Experiment I.

1.30. Three drops of this, diluted with water, were injected into the flank of a small dog. Immediately after the injection the corresponding leg was drawn up, partially paralyzed.

1.32. He walks less steadily. Tail rigidly held out.

1.35. Is restless and whining. Walks about and then sits down again. Walks unsteadily.

\* In cases where the quantity of poison injected is large, and it is at the same time very active, the bitten animal small and weak, or if inoculation has taken place into a large vein, death is almost sudden, as if it were from shock. In such cases the cardiac ganglia are also probably paralyzed; at all events the heart suddenly ceases to beat.

- 1.45. There are distinct muscular twitches in the shoulder. General tremor.
- 1.47. There are twitching movements of the back.
- 2.8. Has been standing perfectly still. Is now pawing and licking his lips. Vomits.
- 2.10. Vomits again, but licks up part of what he had ejected.
- 2.22. Has been continually vomiting. The ejection consisted at first of food, afterwards of tenacious mucus. He now lies down apparently exhausted. He is still trying to vomit, but can bring nothing up. He tries to rise, but cannot. Convulsive struggles occur.
- 2.25. Breathing has ceased, but the cornea is still sensitive. Convulsive attempts to vomit.
- 2.27. Cornea insensible. Heart is still beating strongly. Death soon followed.

*Experiment II.*

A young rabbit, weighing 900 grammes, was used. An incision had been previously made through the skin of the neck and the wound again sown up, but the animal was otherwise uninjured. Two drops of cobra-poison, weighing 12 centigrammes, were diluted with 1 cubic centimetre of water.

- At 4.6 the diluted poison was ejected under the skin of the left hip.
- 4.7. Washed out the watch-glass in which the poison had been placed with water, and injected it under the skin of the back. The animal sat quiet after the injection, occasionally licking its fore paws.
- 8'30". Respiration seems hurried. The rabbit occasionally makes a jerking motion with its hind feet.
- 10'. Has been restless, running about, occasionally licking its fore feet.
- 13'30". Still very restless, and when held makes convulsive efforts to get away. Ears are much congested.
- 17'. The animal is now quiet. Its ears are no longer congested.
- About 20'. Quiet, with occasional starts. Disinclined to move, but can walk quite well.
- 25'. Movements seem difficult, and hind legs seem weak when it tries to walk.
- 26'. Paralysis of hind feet is increasing.
- 26'15". The rabbit lays its head down on the table.
- 28'. When laid on its side it merely makes a few slight movements with its fore paws and then lies still. The eyes remain in a half-closed condition, and have done so for some time. When the cornea is touched the head gives a jerk, but the eyelids move very little. Respiration slow and laboured.
- 4.30. The chin is twitched inwards, the sternum once or twice, the hind feet at the same time being twitched backwards. The eyes open widely. Slight convulsive extension of limbs.
- 4.31. Respiration has stopped, cornea is insensible; thorax opened

immediately. There were large extravasations of blood under the skin of abdomen and thorax, and under the skin of the left hip. Heart beating vigorously.

The muscles contracted on direct irritation. The foot twitched when the sciatic nerve was exposed and irritated by an interrupted current. The peristaltic movements of the intestine were active after the abdomen was opened.

*Experiment III.*

Dissolved 5 milligrammes of dried cobra-poison which had collected round the stopper of the bottle containing it in  $1\frac{1}{2}$  cubic centimetre of water, and injected it under the skin of the left hip of a guinea-pig, weighing 790 grammes.

In  $\frac{1}{4}$  of a minute after the injection the animal became restless and uneasy and began to cry.

- $1\frac{1}{2}$  minute it began to give little starts.
- 3 $\frac{1}{2}$ '. The starting motions became greater, the hind quarters of the animal being jerked upwards, and the chin drawn in towards the body; continues to cry.
- 4 $\frac{1}{2}$ '. Passes water.
- 7'. Less restless.
- 15'. Washed out the watch-glass in which the cobra-poison had been placed with about  $\frac{1}{2}$  a cubic centimetre of water, and injected it as before. Immediately afterwards the restlessness increased.
- 24'. Seems to be trying to vomit.
- 27'. It cannot walk rightly.
- 28'. The hind legs are paralyzed and spread out laterally from beneath it.
- 29'. Respiration very slow and deep. The animal lies quiet, but convulsive twitches of the limb follow almost every respiration.
- Respiration 8 in  $\frac{1}{2}$  a minute.
- 30'. Cornea insensible. Respiration has ceased. Post-mortem examination made immediately. The left ventricle was much dilated, the right ventricle empty. There were two beats of the left auricle for every one of the ventricle, and the ventricular beat was weak and imperfect.

*Experiment IV.*

Dissolved 1 centigramme of a substance like gum, and labelled "alcoholic extract of cobra-poison," in 1 cubic centimetre of water. It dissolved easily and formed a somewhat opalescent solution.

Injected about  $\frac{1}{4}$  of this (equal to  $3\frac{1}{2}$  milligrammes of the dried extract) under the skin of the thigh of a rabbit weighing about a kilogramme.

4 minutes after the injection there was no apparent effect; so a similar quantity was again injected, making the total amount received by the

rabbit 7 milligrammes of extract: 5½ minutes after the first injection the animal became very restless.

7. Respiration rapid. The vessels of the ears were noticed to be much injected. On continuing to observe them the injection disappeared and then returned again. The alternate filling and emptying of the vessels was much more perceptible than in the normal condition. The rabbit sits quietly, but every now and then gives a start.

22. The condition of the ears has continued the same. The eyes are becoming half shut and the eyeballs turned up.

The animal now begins to tremble. The head is laid down on the table and then raised again: this is succeeded by a nodding motion of the head. The head is next laid down on the table.

Respirations 22 in 15 seconds.

24. The animal has sunk down on its face, and paws as if its fore legs would no longer support it. The hind legs, however, still support the posterior part of the body. Respirations 11 in 10 seconds. It seems to be trying in vain to raise its head.

26. Respirations 8 in 10 seconds. Convulsions. The cornea is sensitive. The rabbit is now lying on its side. Respirations 5 in 15 seconds. Pulse 12 in 18 seconds.

31. Cornea is nearly but not quite insensible. The eyeball is protruding.

About 31½ respiration has stopped. The heart is still beating vigorously.

32. Cornea insensible. The animal opened immediately. The heart was beating vigorously; 21 beats in 10 seconds.

An attempt was made to insert electrodes into the spinal cord and pass uninterrupted current through them. No effect followed; but it is not certain that they were well in the cord. Irritation of the nerves going to the hind legs by uninterrupted current had but a slight effect. Direct irritation of the muscles caused them to contract. After the irritation was discontinued, a fibrillary twitching was observed in one of the extensions of the thigh.

42. Heart still feebly pulsating. Irritation of the brachial, sciatic, and crural nerves has very little effect.

45. Heart still feebly pulsating.

#### Experiment V.

Two drops of cobra-poison were injected under the skin of the thigh of a guinea-pig.

One or two minutes after the injection the legs of the animal began to twitch. It was then covered with a glass bell-jar.

6' after injection. The legs are again twitching. This is a peculiar motion of the hind legs, in which they seem to make an abortive attempt to kick involuntarily.

7. Respirations are deeper than usual.

9. Legs again twitching.

10. The animal is restless and moves round and round inside the bell-jar. Grunts occasionally and grinds its teeth. The hind-quarters are twitched upwards, and the nose is drawn in towards the chin at the same time.

13. Bites at the spot where the injection was made and passes water.

22. It can no longer walk.

23. It has sunk down and lies flat on the table, leaning rather to one side. Respirations are deep. There are occasional twitches of the legs.

25. Cornea is sensitive. Occasional convulsive stretches.

27. Cornea almost insensible. Respiratory movement of nostrils continues.

28. Cornea completely insensible. Post-mortem examination made immediately. The muscles of the abdomen were dark-coloured. Peristaltic movements of the intestines occurred when the abdominal cavity was opened. The heart was dark and slightly dilated; all its cavities were contracting, though feebly. There were three beats of the auricles to each one of the ventricles. Irritation of the nerves in the pelvis caused contractions of the legs.

35' after injection. The heart is still feebly contracting.

#### Experiment VI.

October 28th.—Injected about a grain and a half, or two grains, of the precipitate, which was thrown down from cobra-poison by alcohol, into the thigh of a guinea-pig.

2.30. Injection made. A few minutes afterwards it passed some milky-looking water, and then remained perfectly quiet.

3.8½. Passed water, which was quite clear.

3.33. Injected about two grains into the right femoral vein. It passed clear water almost at once.

3.35. Its nose gave a jerk inwards. Wounded leg drawn up.

3.38. Nose twitches frequently and the animal emits a faint barking sound.

3.40. Slight tremors.

3.50. Begins to eat a piece of bread placed near it.

3.58. Still twitches.

4.8. Is still sluggish, but seems nearly well. Recovered.

#### Experiment VII.

October 29th, 1872.—About ½ a grain of fresh but coagulated and cheese-like cobra-poison was suspended in distilled water and injected into the back of a guinea-pig, weighing about a pound and a quarter.

2.23. Injection made.

2.36. The animal looks scared and is twitching. This guinea-pig is very active.

2.39. Another dose injected. The animal is twitching much. It jumped out of the deep box in which it had been placed for observation. Breathing is hurried.

2.36. It seems better. Another dose injected into the thigh.

2.45. Not much effect. Another dose injected.

2.46. Twitching continues; animal remains active. It recovered.

#### Means of preventing the Effects of the Poison.

There are three ways in which the toxic effects of a poison may be entirely prevented or greatly diminished. These are:—1st, by preventing its admission into the blood; 2nd, by counteracting the effects it produces while it is circulating in the body and sustaining life by artificial respiration; 3rd, by quickening its elimination. The first of these methods is the only one which has hitherto been of any great service in cases of poisoning by the bite of cobras. Various attempts have been made to counteract the effects of cobra-poison by means of antidotes; but the advantage derived from their use is still, to say the least, doubtful. No special attempts, so far as we know, have been made to hasten the elimination of the poison, or at least none have been made avowedly for this purpose, though it is possible that some of the antidotes may have had that effect. This part of the subject we will treat in a future paper.

The subject of prevention of entry of the virus by ligature or other mechanical means has been fully discussed in the 'Thanatophidia'; it is unnecessary to recur to it here, for the present at all events.

For the purpose of attempting to counteract the effects of the cobra-poison while it is circulating in the blood, it is necessary to have some idea of its mode of action.

#### Mode of Action of the Poison.

Snake-poison probably produces its fatal or deleterious effects either by completely paralyzing the nerve-centres or other portion of the nervous apparatus, and thus causing arrest of respiration, or by partially paralyzing them and also poisoning the blood, thereby inducing pathological conditions of a secondary nature, which may, according to circumstances, cause the slightest or the most dangerous symptoms.

The effect produced depends on two sets of conditions:—first, the species of the snake, its actual state at the time, the quantity and quality of its poison, and the circumstances under which it inflicts the bite; second, the species, size, and vigour of the living creature, and the circumstances under which it is bitten.

Snake-poison is essentially a neurotic, and, when it takes full effect,

it appears to kill by annihilating, in some unknown way, the source or distribution of nerve-force. It is also an irritant; for if applied to a mucous membrane or to the conjunctiva, it soon induces violent inflammation; absorption at the same time takes place, and symptoms of poisoning are produced. It is also, to a certain extent, a septic; for if the bitten creature survive, the wound and the parts about it are apt to slough and to induce septicæmia. The poison acts by absorption—that is, by entering the circulation, and so reaching the nerve-centres, it produces, according to the quantity or intensity of the venom, either death or severe local and constitutional symptoms. If it find entry by a large vein, such as the femoral or jugular, life may be destroyed in a few seconds.

The blood itself is affected by the poison.

Dr. Fayer has not been able to detect any corpuscular changes, nor has he any exact information on the chemical changes it undergoes, or may have undergone; but that it is altered there can be little doubt; and in poisoning of the lower animals, at all events by the Viperidae, its coagulability after death is generally destroyed, whilst after death by poisoning by the colubrine snakes the blood generally coagulates\*.

As the blood is the channel through which the poison acts, it is obvious that the first object should be to arrest, destroy, or prevent its entry into the circulation; or if it has already entered, to neutralize or counteract its action, or to procure its elimination by the agency of the natural depurating organs and their secretions, and to treat local, consecutive, and constitutional symptoms by such remedial measures as may be required by the patient's condition.

Absorption takes place with extreme rapidity, so fast, indeed, that it was formerly supposed, in the case of some of the more active poisons, that they acted by transmission of a shock through the nervous system; and, so far as we know at present, it is not improbable that such, in some instances, may be the case. But rapid as the effect of snake-bite sometimes is, there is no reason to believe that generally it operates on the nerve-centres through any other channel than that of the vascular system. The experiments of Blake, Hering, and, later, of Claude Bernard show that absorption takes place with such rapidity as to explain the most rapid deaths from such cause. Blake (*vide Guy's 'Forensic Medicine,' 3rd edition, p. 388*) found that a poison passed from the jugular veins to the lungs of a dog in from four to six seconds, from the jugular vein to the coronary arteries of the heart in seven seconds;

\* Our experiments in England have not confirmed these observations made in India. The blood of animals dead from *Dobson*-poisoning has been found to coagulate. This is a point that needs much further and repeated observation, as, indeed, does the question of the chemistry of the blood of animals affected by snake-poison, and we hope to report further on it.

a poison injected into the jugular vein was distributed throughout the circulation in nine seconds. Claude Bernard found that a saturated solution of sulphuretted hydrogen introduced into the jugular vein of a dog began to be eliminated from the lungs in three seconds, and when injected into the femoral vein of the same dog in six seconds.

We have neither seen nor heard of any case of snake-poisoning, in man or the lower animals, so rapid (though in some Dr. Fayrer has observed the first symptoms in a few seconds) as to justify the conclusion that poisoning had occurred otherwise than through the medium of the circulation.

Some preliminary experiments made in England by one of us (Dr. Brunton) with the poison before it had undergone decomposition seemed to show that it produced paralysis of the spinal cord, of the ends of the motor nerves, and of the muscles themselves. The experiments which we made together with the same poison a few months afterwards, as well as with other samples of poison sent from India, have not given concordant results. We therefore propose to postpone the consideration of this subject to a future paper, and to confine ourselves at present to the mode in which death is produced by the poison, especially in mammals.

Somatic death, according to Bichat, may commence in the brain, lungs, or heart; but the experiments of Fontana and Legallois show that so long as circulation and respiration are kept up the body remains alive although the head be absent. The brain is only necessary to life, inasmuch as the respiratory movements cease when it is removed or destroyed, either mechanically or by the action of a poison upon it. The causes of somatic death are thus limited to failure of the circulation and failure of the respiration.

The long continuance of the cardiac pulsations after apparent death (Expts. I., III., IV., V., IX., X.) excludes failure of the circulation as the usual cause of death; and we are thus brought by exclusion to regard death caused by the bite of a cobra, or by its poison introduced into the body in any other way, as death from failure of the respiration, or, in other words, death by asphyxia. The truth of this view is well illustrated by the following experiments\*, which show that the vitality of the heart may be retained for a considerable time if the respiration is kept up. It shows also that the convulsions which have been remarked by Russell and all subsequent observers as almost always preceding death are not due so much to the action of the poison itself on the nervous centres, as that they depend on the irritation which is produced in them by the venosity of the blood.

\* Excepting those cases in which the poison is injected into a large vein, such as the jugular, and causes sudden arrest of the heart's action.

*Experiment VIII.*

July, 1872.—A drop or two of cobra-poison diluted with water was injected into the thigh of a strong fowl. Shortly after it began to droop. It then seemed drowsy, and crouched down with the beak resting on the ground: it then fell over on its side. The comb and wattles lost their bright red colour and became dusky. Almost simultaneously convulsions occurred. A cannula was quickly inserted into the trachea, and artificial respiration commenced. The comb rapidly regained its bright colour, and the convulsions ceased. On the artificial respiration being discontinued the lividity of the comb reappeared, and convulsions again began. The experiment was repeated about ten times, and on each occasion the convulsions disappeared whenever the blood became arterial, as shown by the bright colour of the comb, and reappeared when the blood became venous. After discontinuing artificial respiration, the convulsions returned and the fowl died.

*Experiment IX.*

November 7th, 1872.—A cannula was placed in the trachea of a rabbit. 12.57. A small quantity of cobra-poison was injected into the hip. Symptoms of poisoning came on slowly.

1.25. The animal is still breathing, but the limbs are almost completely paralyzed. Artificial respiration begun. Temperature in the rectum 101°·8.

1.37. Paralysis is now complete. The animal is perfectly motionless, and not the slightest movement of the eyelids occurs when the cornea is touched. Temperature in rectum 100°·8.

1.55. The animal appears quite dead, but the heart pulsates vigorously.

2.30. Cardiac pulsations as before. Temperature 98°·6 F.

2.32. Heart as before. Temperature 97°.

4.10. Heart still beats vigorously. Temperature 95°·4. The continuance of the artificial respiration was now entrusted to an assistant.

5. Heart beating well.

5.20. Heart beating feebly and its action jumping.

5.30. Heart beating slowly.

6.30. Heart beating a little quicker.

7.30. Heart as before.

8. Heart beating more slowly.

8.30. Cardiac pulsations are very feeble.

9.30. Very feeble and slow.

The hour was now late, the rabbit was still completely motionless, and its body felt cold to the touch. The artificial respiration was therefore discontinued, although the cardiac pulsations had not ceased. Life was evidently prolonged for some hours in this case by artificial respiration.

*Experiment X.*

November 28th, 1872.—One fifth of a drop of cobra-poison (the first supply), diluted with about 2 cub. centims. of  $\frac{1}{2}$  per cent. salt, was injected into the external jugular of a rabbit.

12.5. Injection made.

12.20. The animal has been convulsed and paralyzed. Sensibility of the cornea has disappeared; cannula placed in trachea and artificial respiration commenced. Temperature  $100^{\circ}$ .

1.15. Temperature  $96^{\circ}3$ . Heart is beating vigorously.

3.13. Heart is beating as before.

3.20. In order to try if possible to quicken elimination milk was injected into the stomach.

4.5. Heart is beating as well as ever.

4.40. Heart still beating vigorously. Respiration discontinued. Death soon followed. In this case also life was prolonged by artificial respiration.

Reprinted from the BRITISH MEDICAL JOURNAL for January 4th, 1873.

ACTION OF MERCURY ON THE LIVER.

BY

T. LAUDER BRUNTON, M.D., D.Sc.

CASUALTY PHYSICIAN AND LECTURER ON MATERIA MEDICA AND THERAPEUTICS  
AT ST. BARTHOLOMEW'S HOSPITAL.

THE valuable report of the Edinburgh Committee of the British Medical Association on the Action of Mercury on the Liver added very largely to our knowledge of the subject, without altogether settling a great many important questions concerning the therapeutics of the drug.\*

Few physicians who have had any practical experience of the use of mercurial purgatives in cases of so-called "biliousness", will deny that their immediate effect is decidedly beneficial, although many may be deterred from employing them by the belief that, once begun, they must be continued, and will ultimately prove highly injurious to the patient.† The relief occasioned by a blue pill and a saline purgative is a matter of every-day observation; but the *modus operandi* of the mercury is a question on which much difference of opinion prevails, and any attempt to answer it must depend, to a considerable extent, on the view taken of the pathology of "biliousness". Do the dull, heavy, and languid feelings, the disinclination to exertion, mental or bodily, the irritable or peevish temper, the falling appetite, the muddy complexion, and dingy conjunctiva, which most persons know, alas! too well, owe their origin to catarrhal changes in the gastric and intestinal mucous membranes alone? or is popular pathology partly right in ascribing them to "bile in the blood" or a "sluggish liver"? For our part, we are inclined to hold the latter opinion, and to believe that not without reason are the

\* Report of the British Association, 1868, p. 187, and Brit. Med. Journ., 1868, vol. ii, pp. 78 and 176, and 1869, vol. i, p. 411. For an excellent *resumé* of the literature on this subject, see Fraser's article in the Edinburgh Medical Journal, April, 1871.

† *Pract. Stomach and Renal Diseases.* 5th Edition, p. 52.

disappearance from the eyes of the yellowish tinge which seems as if it only required to be somewhat deepened to become jaundice, and the coincident appearance of bile in the stools after a mercurial purgative, pointed to as proofs that too much bile in the blood is (partly at least) the cause of biliousness, since with its removal from the system the symptoms disappear. So long as it was supposed that bile was formed in the blood, and only separated from it by the liver, such a view as this might meet with ready acceptance; but how are we to reconcile it with the doctrine of most physiologists, that bile is not separated from the blood by the liver, but is formed within that organ itself? Fortunately, this is not difficult, for Schiff has shown that we have been latterly accustomed to take too narrow a view of the functions of the liver, and that it separates bile from the blood, or, as we may term it, excretes, as well as forms or secretes it.\* This he did by tying the ductus choledochus in dogs, and putting a canula into the gall-bladder, so that he could collect the whole of the bile secreted by the liver. Immediately after the operation, the flow of bile was abundant, but in the course of half-an-hour it became greatly diminished, and remained so, never again reaching the amount at first observed. This curious result Schiff found to be due to the bile being all removed from the body by the canula, instead of passing, as it normally does, into the duodenum, whence it is reabsorbed into the blood, and again excreted by the liver. In the first half hour after the fistula was made, the liver was excreting bile as well as forming it, and so more flowed from it than in any subsequent period when it was only forming it.

Whenever Schiff introduced bile into the blood, either by injecting it directly into the veins, or putting it into the duodenum, stomach, or areolar tissue, the flow of bile from the liver was at once increased, but again diminished when the additional bile had been excreted. By another series of experiments, he also found that not only can a certain quantity of bile be present in the blood without producing jaundice, but that it

\* Pflüger's Archiv., 1870, p. 598, and Lussana, *Lo Sperimentale*, tom. xxix, 1872, p. 337.

probably is always present. We thus see that, normally, a great part of the bile goes round in a circle, from the liver into the duodenum, thence into the blood, so to the liver again, while another part is carried down by the contents of the intestine, and, after becoming more or less altered, passes out of the body with the feces.

Let us now consider what the result will be if the quantity of bile circulating in this way should be increased. All observers are agreed that abundant food increases the secretion of bile; and we will suppose that this has been done by continued good living and a succession of heavy dinners, such as most Englishmen are accustomed to indulge in at Christmas time. The stomach and intestines, in all probability, also become disordered, and it would be hard to say what part of the condition in which the patient then finds himself is to be assigned to them and what to the bile; but this we can readily see, that all the symptoms that an excess of bile in the blood can produce, short of jaundice, will be occasioned; nor can these be removed by any purgative medicine, which, like aloes, will merely act on the large intestine. The colon may be cleared of its contents, but the bile will go on undisturbed in its accustomed round. Very different, however, will be the result if a purgative be administered which will act on the duodenum, as we will assume mercury to do, more especially if it be combined with such an one as sulphate of magnesia, which will act on the rest of the bowels. The mercury stimulates the duodenum to peristaltic contraction, the bile is hurried rapidly downwards, the remainder of the intestine is likewise contracting vigorously, and in a short time all chance of reabsorption is gone, for the bile has been finally evacuated. All excess of bile has thus been got rid of, and, as far as it is concerned, the liver, duodenum, and other organs may now go on performing their functions in the normal way, until some fresh indiscretion on the part of the patient again causes a disturbance.

In the account we have just given of the action of a mercurial purgative, we have assumed that it acts on the duodenum. Now, this we cannot at present directly prove; but we have the indirect proof afforded by the fact, observed by Radzie-

4  
jewski,\* that leucine and tyrosine, which are products of pancreatic digestion, appear in the feces after the administration of mercurials, as well as that yielded by the large evacuations of bile which calomel produces, and which, as Buchheim has shown,† really give their characteristic green colour to the so-called "calomel stools". By thus causing elimination of bile, and lessening the amount circulating in the blood, calomel acts as a true cholagogue, in the sense in which the word was employed by those physicians who looked upon the liver merely as an excreting organ, although, as modern experiments have proved, it may lessen the amount actually secreted. This it can do in a double fashion, for not only does it diminish the quantity which has to be excreted by the liver in the manner already explained, but, as the Edinburgh Committee of the British Medical Association have shown, it likewise lessens the formation of bile. In their experiments, the diminished secretion which followed mercurial purgation could not be due to the prevention of reabsorption, for the whole of the bile was regularly removed from the body as quickly as it was secreted, and we are, therefore, obliged to attribute it to diminished formation. What the cause of this may be, we are not at present in a position confidently to state; but we know that fasting lessens the formation of bile, and if the food be hurried out of the intestine by a purgative before it has time to be absorbed, it might just as well not have been eaten at all.

We have now seen how an excess of bile may be present in the blood without the liver being either "sluggish" or "torpid"; and it seems to us that the difference of opinion which has hitherto prevailed regarding the action of mercurials is in great measure due to attention having been directed to the amount of bile poured out from the liver, instead of to what is of much more importance in reference to "biliousness"—viz, the quantity which remains in the blood after a dose of blue pill or calomel.

\* Réchert u. Du Bois Reymond's Archiv, 1870, p. 1.

† Buchheim, Arzneimittellehre, p. 262. See also Scott, Archives of Medicine, No. III, p. 224, and Mosler, Virch. Arch. xiii, p. 41.

[Reprinted from the BRITISH MEDICAL JOURNAL, May 17th, 1871.]

#### ON THE USE OF ARTIFICIAL RESPIRATION AND TRANSFUSION AS A MEANS OF PRESERVING LIFE.

By T. LAUDER BRUNTON, M.D., D.Sc.,  
Casualty Physician and Lecturer on Materia Medica and Therapeutics at St.  
Bartholomew's Hospital.

IN his admirable *Lessons in Physiology*, Huxley says that "the brain, the lungs, and the heart, have been fancifully termed the tripod of life; but, in ultimate analysis, life has but two legs to stand upon, the lungs and the heart, for death through the brain is always the effect of the secondary action of the injury to that organ upon the lungs or the heart." This conclusion is founded on the experiments of many observers, among the most interesting of which are those of the Abbé Fontana and Legallois.\* The former found that the brain was not necessary to life; for he could cut off the heads of rabbits and guinea-pigs, and yet keep their bodies alive by connecting a pair of bellows with the trachea, and keeping up artificial respiration. As he himself says, an animal can live quite well without a head: artificial respiration and the circulation of the humours in the various parts are quite sufficient. The headless trunks evidenced their vitality by displaying sensitiveness to impressions, and executing what the abbé considered to be voluntary movements, but which we would now term simply reflex actions. Legallois went even farther than Fontana; for, not content with cutting off the rabbit's head, he tied the aorta and vena cava, and then cut away the whole of the posterior part of the body, leaving only the headless thorax. This fragment of the body, mutilated as it was, still remained alive; the fore paws showed sensibility when irritated; and the thorax twisted when the skin over it was pinched, or

\* Fontana, *Traité sur le vésin de la vésine, sur les poisons Américains, sur le laurier-cerise, et sur quelques autres poisons végétaux*. Florence, 1781, tome I, page 375.—Legallois, *Expériences sur le principe de la vie*. Paris, 1836, tome I, p. 136.



more distinctly still if the lower end of the spinal cord were touched. Even when the experiment was carried farther, and the whole of the cervical with part of the dorsal spinal cord was destroyed, evidences of life could be observed in the posterior two-thirds of the thorax. These experiments demonstrated beyond doubt that, if the lungs and heart could perform their functions with any other fragment of the body as they do with the thorax, it might be kept alive. As Legallois himself says, "if the place of the heart could be supplied by a sort of injection, and if at the same time a supply of arterial blood, either natural or artificial, if such a formation of blood were possible, could be obtained, life might be maintained indefinitely in any fragment of the body whatever; and consequently a decapitated head might be kept alive and in possession of all the faculties pertaining to the brain. Not only could life be maintained in this manner, either in the head or in any other isolated part of an animal's body, but it might be recalled after its entire extinction; it might even be recalled to the whole body, and a veritable resurrection, in every sense of the word, might be effected." Perhaps it may seem that the success of his experiments rendered Legallois too sanguine; but his anticipations have already in great part been fulfilled, and a decapitated head has been partially at least restored to life by M. Brown-Séquard. His experiment, as related by M. Vulpian,\* consisted in cutting off the head of a dog immediately after it had been killed, and connecting the carotid and vertebral arteries with an apparatus for artificial circulation. After eight or ten minutes had elapsed, and all signs of excitation in the medulla oblongata and the rest of the encephalon had been gone for several minutes, defibrinated and arterIALIZED blood was injected simultaneously into the vertebrals and carotids. In a few seconds, signs of life began to appear, and the muscles of the eyes, in fine, acted in such a way as seemed to prove that the cerebral functions were re-established.

Hardly less astonishing than Brown-Séquard's experiments are those of Preyer,† who has succeeded in restoring their vital properties to a frog's muscles after they have been brought into the state of rigor mortis by dipping them into warm water. This condition depends on coagulation of the muscular substance or myosin; and circulation of blood alone through muscles in this state is of no use, for it cannot soften the hardened myosin. Something more is, therefore, necessary. Coagu-

\* *Revue de Cours Scientifiques*, 1862, tome II, p. 272.  
† *Centralblatt für die Med. Wissenschaft*, 1864, p. 179.

lated myosin is soluble in a solution of common salt; but, though a muscle dipped in such a solution may lose its hardness and again become soft and pliable, it does not regain its vitality. By combining the two methods, however, the difficulty has been overcome; and, by first dipping the rigid muscle in a solution of salt, and then allowing blood to stream through it, Preyer has had the satisfaction of seeing frogs jump and swim by the aid of muscles which had been almost as hard and stiff as a piece of wood only a short while before.

Nor are nerves and muscles the only parts which can be kept alive by artificial circulation. Glands also preserve their vitality; and Ludwig and his pupils,\* by maintaining artificial circulation in them, have succeeded in making livers secrete bile, and lungs excrete carbonic acid, for hours after they have been excised from the body.

More examples might be given; but the above are sufficient to show the power of artificial circulation to keep any part of the body alive after the death of the rest. The converse of this is also true; and, if blood be prevented from circulating through any part of the body, that part will die, although the rest may remain healthy. So generally known is this, that no one ever thinks of tying a bandage so tightly as to stop the circulation, and leaving it thus, as we well know that death, or, as we usually term it, mortification, of the ligatured part would be the result. It is easy for any one, indeed, to observe for himself the destructive effects of want of blood and the vivifying power of renewed circulation, by repeating the experiment devised by the Danish physiologist Steno or Stenson more than two hundred years ago. A gentle steady pressure with the thumb on the abdominal aorta of a rabbit, so as to stop the circulation for a couple of minutes, is all that is necessary to produce complete paralysis of the hind legs of the animal; and a few minutes more of renewed circulation suffice to restore them to their normal state. It might almost seem that the tripod of life had been reduced to one leg—viz., a circulating apparatus or heart; but this is not the case, for it must be remembered that the blood which circulates must be oxygenated or arterial; and if, as in the case of artificial circulation, there be no lungs to effect its oxygenation, their place must be supplied by agitation with air, though this is at best but a poor substitute. Indeed, it is rather because the blood carries oxygen than nutriment to the tissues, that arrest of circulation causes them to die so speedily; for Kronecker found† that, after

\* Ludwig's *Arbeiten*, 1868, p. 172, and 1870, p. 18.  
† Ludwig's *Arbeiten*, 1870, p. 18.

he had exhausted the muscles of a frog by constant irritation, he could restore their contractility by passing through their vessels a solution of permanganate of potash, which, like the blood, could supply them with oxygen, although it could yield them no nourishment.

The body is made up of a number of parts; and, if the heart stop, the circulation ceases; or, if the lungs fail to perform their duty, so that the circulating blood is no longer arterialised, all the parts, and therefore the whole body, will die. But the parts will not all die at the same time; and this is a point of great practical importance. The brain and spinal cord generally die first, and the heart may be pulsating as regularly as ever when all respiratory movements have ceased, and no irritation, however intense, will evoke the faintest indication of consciousness, or excite the slightest reflex action. The muscles retain their irritability still longer than the heart; and they continue to possess their power of contraction, and the lungs their ability to oxygenate the blood, even after the cardiac pulsations have entirely ceased. Here, then, we come to the third leg of the tripod of life—*viz.*, the brain—for want of which the other two cannot stand. The whole body, in fact, may be, and often is, alive, with the exception of the nervous centres. The heart is alive; the lungs are alive; but the brain is dead, and, without it, the respiratory muscles will not work. The want of oxygen weakens the heart; it gradually stops; and then the other parts of the body die, each in its turn. But, if the respiration can only be kept up artificially, the heart will go on beating; the circulation of arterial blood through the brain may gradually restore its power; the rhythmical movements of natural respiration will again begin, and the life of the animal once more be securely established. This is no mere fanciful dream, but sober fact, as the successful efforts of the Humane Society to resuscitate persons apparently dead abundantly prove. It has, moreover, been lately demonstrated in a striking manner in some experiments of Schiff.\* These were made for the purpose of ascertaining what the use of artificial respiration would be in concussion or compression of the brain, or in cases of apoplexy where a clot has formed in the medulla oblongata, and, by pressing upon that part of it which presides over the innervation of the muscles of respiration, has put a stop to these movements. In order to imitate the effect of an apoplectic extravasation, Schiff anaesthetised a dog with ether; and, after exposing the medulla oblongata, destroyed a considerable

\* *La Nation*, 1872, No. 102.

part of it with a scalpel or sound, though he always left one lateral column at least intact. Immediately after the injury, the respiration ceased, the tongue became swollen and livid, convulsions occurred, and the animal appeared to be dying. The heart became weaker and weaker; but, when it had almost ceased to beat, artificial respiration was begun. Very shortly the pulsations regained their normal strength, and the death-like lividity of the tongue gave place to the rosy hue of health. After respiration had been kept up for a few hours, it was discontinued; and then, if the injury to the medulla had not been too great, spontaneous respiratory movements commenced, but they were still feeble. They became much stronger if artificial respiration were again renewed for half an hour longer—strong enough, indeed, to keep the animal alive without any artificial assistance. It is true that, when the lesion had destroyed the one side of the medulla, only one-half of the thorax took part in the respiratory movements; but this was in many cases quite sufficient for the wants of the animal. In the only case in which Schiff attempted to keep the animal alive permanently, he was perfectly successful. The beneficial effects of artificial respiration were equally encouraging when natural respiration was arrested by compression of the brain through the injection of tepid water under high pressure into the cranial cavity. From these experiments, it is evident that we may hope for the best results from the use of artificial respiration in some of those cases of apoplexy where an extravasation almost instantly arrests the respiratory movements, either directly by destroying a part of the medulla, or indirectly by causing compression of the brain. It may be thought that there is a considerable difference between the compression produced by the injection of tepid water and that which is due to an extravasation of blood, inasmuch as the water will be rapidly absorbed, while the blood will not. To a great extent this is true; and we can hardly expect very much good from artificial respiration in cases of apoplexy where the clot is large and the affection of the respiration is gradual. In those cases, however, where a small extravasation only has taken place in or near the medulla, the respiratory movements are abolished, just as in Schiff's experiments, by what may be termed the shock, although the medulla could carry on respiration well enough if time were given it to recover from the immediate effects of the injury. The employment of artificial respiration for a few hours would give the time required.

In another class of cases—that of poisoning by woorara, hydro-

cyanic acid, etc.—artificial respiration is invaluable. In his *Travels*,\* Waterton tells a melancholy story of a poor Indian who, when shooting at a monkey sitting in a tree straight above him, was wounded near the elbow by his own arrow as it fell down. He immediately became convinced that it was all over with him. "I shall never," said he to his companion in a faltering voice, and looking at his bow as he said it; "I shall never bend this bow again." Having said this, he took off the little bamboo poison-box which hung across his shoulder, and putting it, together with his bow and arrows, on the ground, he laid himself down beside them, bade his companion farewell, and never spoke again.

It is not true, as some persons formerly supposed, that the minutest quantity of woorara in the blood is sufficient to cause death. It is a very powerful poison, certainly; but there is a limit to its virulence; and, if there be too little of it in the blood, it will have no action. On this account, it is not usually poisonous when swallowed; for it is excreted by the kidneys as quickly as it is absorbed from the stomach, and so there is never enough in the blood at any one time to produce any effect whatever on the body. The result is very different, however, when the kidneys are prevented from acting by ligatures applied to the ureters. Then the poison, which is gradually absorbed from the stomach, goes on accumulating in the blood; and by and by, when it has reached the necessary amount, it produces exactly the same effects as if it had been injected directly into the veins. When the poison is applied to a wound, it is usually absorbed more quickly than the kidneys can excrete it, and so poisoning occurs. But, if a ligature be applied above the wound so as nearly to stop the circulation, the absorption of the poison may be hindered so much that it is not taken up from the wound any faster than the kidneys can excrete it. Thus the whole of it may be got rid of, without its ever being able to produce any toxic effects whatever. If the circulation be allowed to go on at all in the wounded part, it is rather difficult to regulate it exactly enough to ensure that too much poison shall not be absorbed at once. It is, therefore, better to apply the ligature so tightly as to stop the circulation altogether, and only remove it occasionally for a few seconds at a time. In this way, it is easy to control the absorption of the poison by removing the ligature with more or less frequency, and leaving it off for a longer or shorter period, as seems advisable. But it is not by regulating the absorption of woorara only that we are able to

\* *Travels in South America*, 1823, p. 71.

prevent its toxic action. Even when a large quantity is circulating in the blood, and the animal seems perfectly dead, recovery is still possible.

The woorara, curare, or ticunas poison—for it has all these names, and several more—has little or no action on either the brain or the muscles; but, as Bernard has shown, it paralyzes the motor nerves; and so the rhythmical nervous impulses which the medulla usually sends to the muscles of respiration, cannot be transmitted, and breathing ceases. Many years before Bernard's experiments, however, Sir Benjamin Brodie\* observed that, in animals apparently killed by this poison, the heart continued to beat for a long time; and the idea occurred to him that, if he could keep up respiration for a sufficient length of time, the poison would be eliminated, and the animal completely restored. His first attempts were unsuccessful, but after a little while he succeeded completely; and since then his experiment has been so frequently repeated, that no physiologist can doubt that the complete restoration of an animal poisoned in this way is merely a matter of time, unless the dose has been so overwhelmingly great as to paralyze the heart. I have myself twice restored to life rabbits which a dose of woorara had apparently completely killed, by keeping up artificial respiration in the one case for one, and in the other for four hours; and in foreign laboratories I have seen them partially restored, and only rendered motionless by repeated doses of woorara, often more than I can well recollect. Hydrocyanic acid is a much more dangerous poison than woorara; for it seems not only to arrest respiration by paralyzing the brain, spinal cord, nerves, and muscles, but also to stop the circulation by destroying the power of the heart. The heart, however, is not so soon affected as the respiratory organs; and Brodie succeeded in restoring animals poisoned by small doses of it given in the form of oil of almonds.

The poison of the cobra di capello resembles prussic acid rather than woorara in the universality of its action; for some experiments which I made about a year ago in the laboratory of Dr. Burdon Sanderson seem to show that it paralyzes the spinal cord, the motor nerves, and the muscles themselves. The heart also, as Dr. Fayer and I have found, seems to be paralyzed if the dose be very large, as it may be also by an excessive dose of woorara; but it almost always continues to beat for a long time after respiration has ceased. To this fact I have drawn particular attention in my appendix to Dr. Fayer's admirable work on the *Thanatophidia of India*. The

\* *Phil. Trans.*, 1812.

same thing was observed by Fontana (*op. cit.*, tom. 1, p. 80) in poisoning by the bite of the viper, and by Weir Mitchell in poisoning by the rattlesnake. Weir Mitchell\* found that the heart might be kept pulsating for a long time by means of artificial respiration; but his results do not seem to have been so encouraging as to lead him to propose it as a means of saving life. Dr. Fayer and I have been more fortunate, and on one occasion we have succeeded in keeping the heart of a rabbit beating for eight hours after the animal was apparently dead. Nor had the heart ceased to pulsate even then; but the hour was late, the room was cold, the assistant was no doubt tired, and the experiment was consequently given up. Although respiration had been continued for a much longer time than is usually necessary with woorara, the animal gave no signs of returning sensibility. This seems to indicate a difference between the poisons. On the probable cause of this, I shall have something to say in a later part of this paper.

The service which artificial respiration renders in cases where breathing has ceased in consequence of asphyxia, whether due to drowning, strangling, or poisoning by carbolic acid in brewers' vats or close rooms, is so generally recognised, that it is unnecessary to say anything about it here. Its use in poisoning by strychnia is not so well known, and, so far as I am aware, has only been tested upon animals. Before I proceed to speak of this, it may be well to say a few words in explanation of the term *apnoea*, which I shall have to use, as it is employed by physiologists in a different sense from that which is attached to it by many physicians. On the meaning of *dyspnoea*, both physicians and physiologists are agreed; and both apply it to the violent respiratory efforts which occur when the blood is imperfectly aërated. *Apnoea*, however, is not unfrequently used by physicians in the sense of extreme *dyspnoea*, where there is excessive difficulty of respiration. Physiologists apply it to a very different condition—*viz.*, that in which the blood is so excessively aërated that there is no need for breathing at all. This will be much better understood by the reader if he will try a simple experiment on himself. Let him note how many seconds he can hold his breath, and he will find that he can only do so for a very short time. Let him then quickly take several deep breaths, and repeat the experiment. He will now notice that for several seconds more than on the first trial he does not feel any inclination to breathe at all. This is the state of *apnoea* as understood by physiologists. A few

\* *Researches on the Venom of the Rattlesnake*, 1811, p. 11.

years ago, Rosenthal and Leube\* discovered that, when rabbits were kept in this condition by means of artificial respiration, a fatal dose of strychnia might be injected subcutaneously without producing any effect. When the respiration was discontinued, and the animal was allowed to pass from the state of *apnoea*, convulsions came on even after the respiration had been kept up for as much as three hours. If it were continued for three and a half or four hours, however, the strychnia seemed to have been destroyed or excreted, and respiration might be discontinued without the occurrence of any convulsion whatever. That the lives of the animals had really been saved by artificial respiration, was shown by the fact that they died when a similar dose of strychnia was given to them some time afterwards, and respiration was not used. A year afterwards, another of Rosenthal's pupils—Uspensky—showed† that strychnia was not the only poison the action of which could be prevented by artificial respiration. The convulsive action of brucia, thebain, and caffeine was abolished in an exactly similar manner; but no influence could be observed upon that of picrotoxin and nicotia.

The examples already given are sufficient to prove that life may often be preserved by means of artificial respiration alone, both in injury and in poisoning. If a man be found lying insensible in a close room, poisoned by the fumes of a charcoal fire, he can generally be restored by respiration if his heart be still beating. But this is not always the case; for the charcoal-fumes contain carbonic oxide, which unites with the colouring matter of the blood, and prevents it from taking up oxygen; so that it may pass time after time through the lungs, and yet remain venous. It is true, that after a while the carbonic oxide will be expelled from the blood, which then will become capable of taking up oxygen as usual; but the heart may stop, and all hope of recovery be lost before this can be effected, if the blood have been much changed by the deadly gas. In such cases, the only hope lies in removing the poisoned blood, and replacing it by healthy.

This does not by any means always succeed; but occasionally the recovery from impending death is almost miraculous, as in a case where it was employed by Dr. Hueter (*Berlin. Klin. Wochenschr.*, 1870, p. 341). The patient, who was a strong young man, was living in a hotel, and one night had a fire lighted in the stove of his room. Next morning, he was found perfectly unconscious; his iris and cornea

\* Balchert and De Bois Reymond's *Archiv*, 1867, p. 609.  
† *Op. cit.*, 1868, p. 122.

quite insensible, and his pulse small and rapid. His respiration was weak and intermittent. Just as everything was ready, and transfusion of blood was begun, it failed altogether. Notwithstanding this, fresh blood was allowed to stream into the patient's radial artery; the poisoned blood was drawn from a vein; and respiration was kept up artificially. Gradually the pulse became stronger, spontaneous respiratory movements again began, and the cornea became sensitive. In about five hours, consciousness returned; and in a few days, health was completely restored. Excepting the veritable resurrection of which Legallois speaks, what can be more wonderful than the recovery from impending death just related? And, if the joint use of artificial respiration and transfusion is so successful in one case of poisoning, there seems to be no reason why it should not be so in all. In strychnia-poisoning, for instance, where the quantity absorbed has been too great, and death is impending, notwithstanding the use either of chloroform or of artificial respiration, part of the poison might be removed by abstracting some of the blood in which it was circulating, and fresh blood supplied. If convulsions were occurring constantly, transfusion would be nearly impossible, but they might be stopped either by much chloroform or by woosara. I have already mentioned that woosara is excreted rather quickly by the kidneys; and, consequently, artificial respiration for a few hours is usually sufficient to restore animals which have been poisoned by it.

Let us suppose it, however, to be slowly excreted. Many hours or even days might then elapse before the whole of it could be got rid of; and the maintenance of artificial respiration for such a length of time might be impossible. In such a case as this, the obvious plan of treatment would be, of course, to remove the poison along with the blood in which it was circulating, instead of waiting for its slow removal by the excretories.

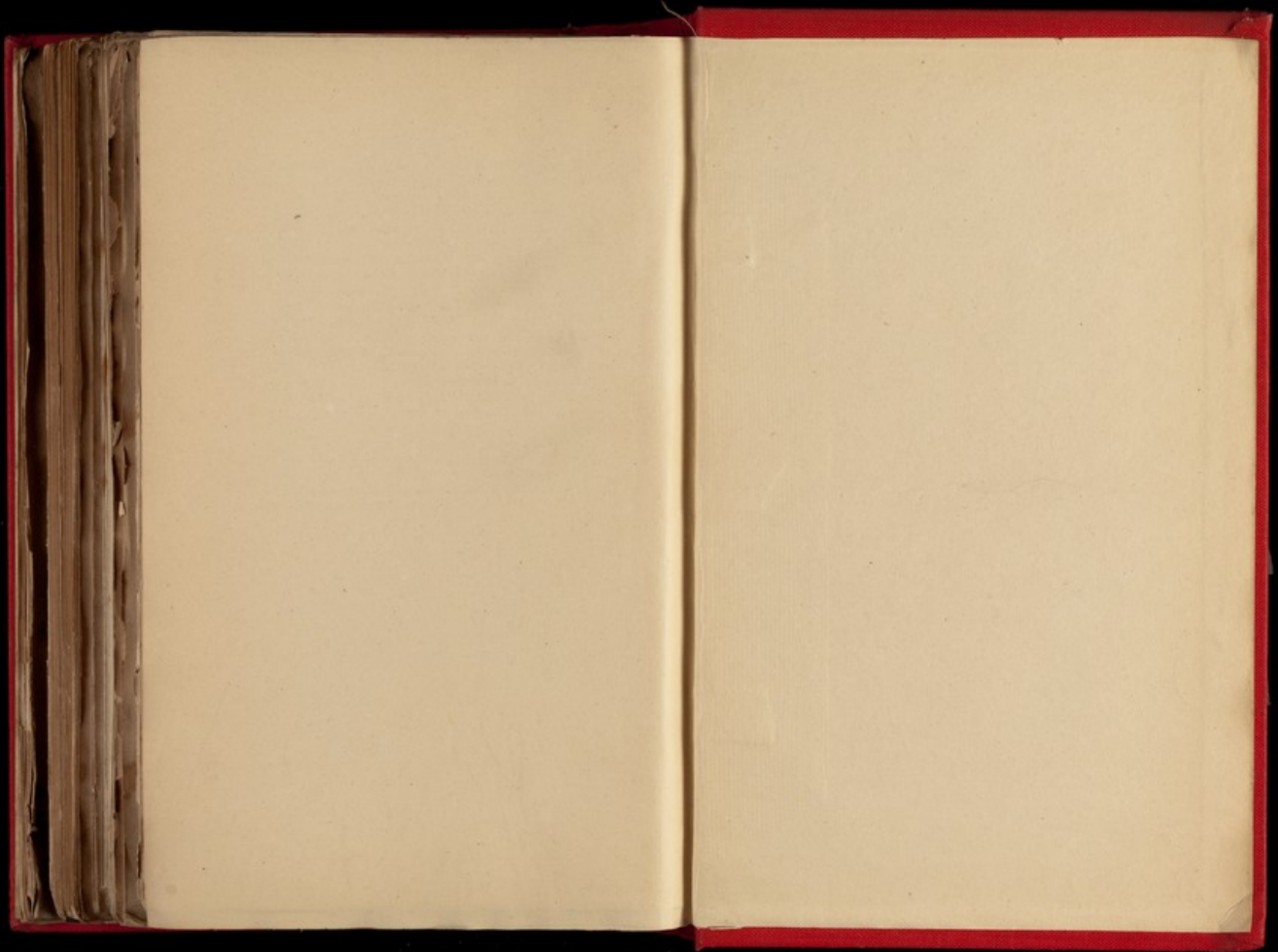
Now it appears to me that this is the case in poisoning by the bites of snakes and this the treatment which must be adopted. We must combine artificial respiration with transfusion. The experiments of Dr. Fayer show that the poison of the cobra is circulating in the blood of an animal which has been bitten by it; for this blood will kill another animal when injected into it. From those of Fontana, it would seem that the poison of the viper is eliminated from the body; for pigeons did not die if a ligature were placed on the bitten limb above the place where the wound had been inflicted, and removed after some time. Fontana thought that the poison had been destroyed in

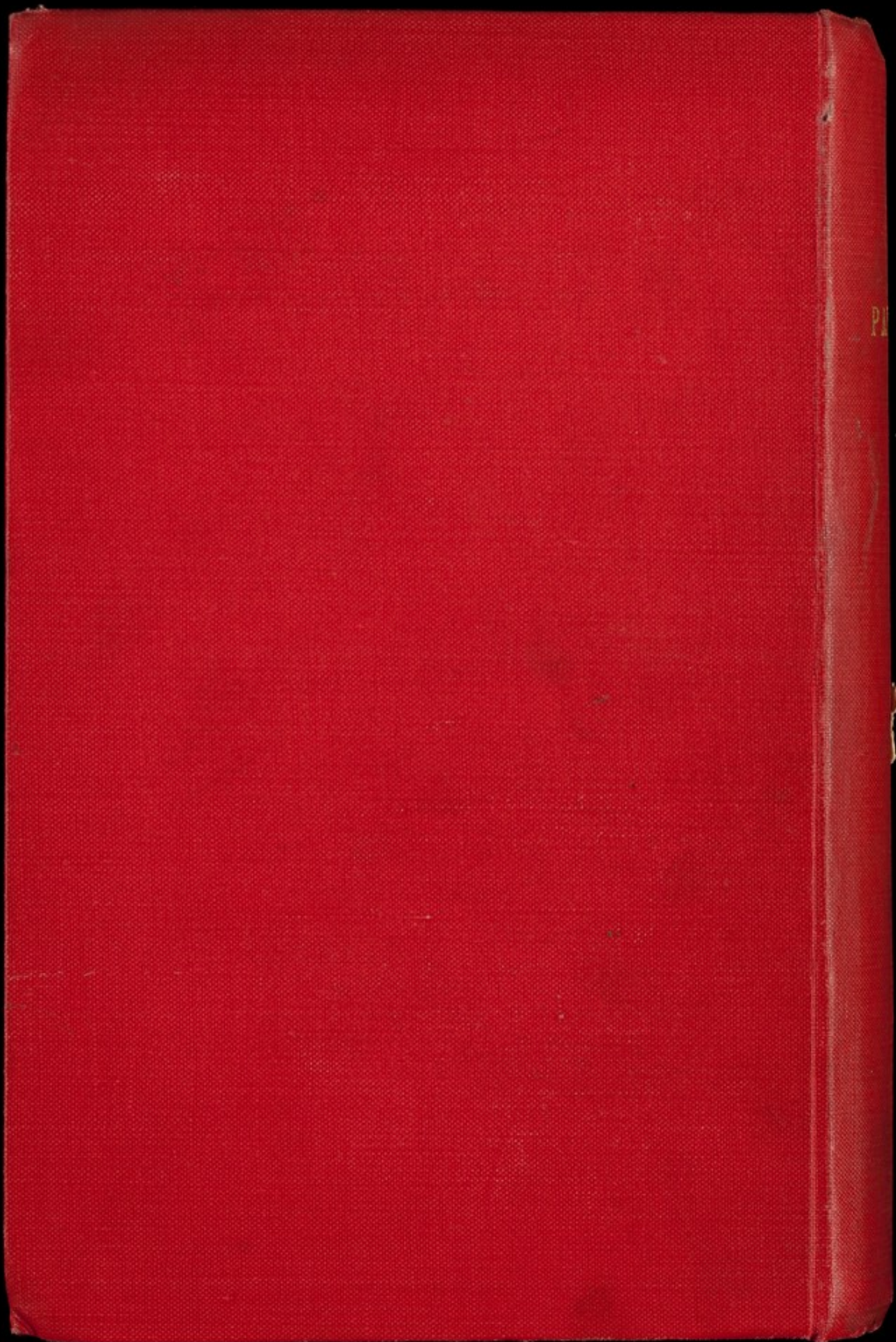
the limb, but was evidently puzzled about it, for some of his other experiments had shown him that mixing it with blood did not destroy its virulence. He imagined that he had completely stopped the circulation in the injured limb; but it is more probable that he had only partially done so, and that the poison was thus slowly absorbed from the limb, and, being excreted equally quickly, did the creature no harm. If this explanation of his experiments be not correct, it is difficult to understand why poisoning did not occur when the ligature was removed, as Waterton found to be the case in some similar experiments which he had tried with woosara. So long as the ligature was tight, the woosara remained confined to the limb; but as soon as the circulation was allowed to go on, the poison was absorbed, and the animal died. This may seem to be in direct contradiction to what I have already said regarding the probable comparative slowness of the excretion of snake-poison to that of woosara; but it must be observed that Fontana waited a much longer time before he untied the ligatures than Waterton did, and would thus allow a much larger proportion of the poison to be excreted. It must be noted also that the poison with which he experimented was that of the viper and not of the cobra, and there may be considerable differences in the facility with which they are excreted. It is, however, possible that I am mistaken in supposing that cobra-poison is more slowly excreted than woosara, as the facts on which I base the supposition are simply, that the poison of the cobra, introduced into the stomach, seems to produce death more readily than woosara would do; and that animals poisoned by it may be kept alive for a longer time by artificial respiration without ultimately recovering. The poison of the viper, on the other hand, according to Fontana, may be swallowed, in moderate quantity at least, with impunity, though it also occasionally kills when taken in this manner, as woosara likewise does when the quantity is great and the stomach empty, so that absorption is rapid.

Enough has now been said to show the possible use of transfusion, combined with artificial respiration, not only in poisoning by carbonic oxide, but by strychnia and other poisons. Its employment in collapse from hæmorrhage requires no remarks at present. But, in order to make such a method serviceable, it must be easily performed, and a supply of blood easily got. Now I believe that a very simple apparatus indeed will serve the purpose of transfusing defibrinated blood. But how is a sufficient supply to be got? for it is evident that a considerable quantity may be required. The requisite quantity of human blood in

most cases can hardly be obtained; but it has been experimentally shown that the blood of lambs and calves may be transfused into the blood-vessels of man without doing him any harm.

Two hundred years ago, an objection was raised to this method of proceeding by Laury (*Revue des Deux Mondes*, Jan. 1870, p. 393), who said that, as the blood of a calf or of any other animal whatever is composed of several different particles fitted to nourish the different parts of the body, what is to become of the particles which were destined to produce horns? And, if the blood of a calf be transfused into the veins of a man, as the disposition and habits usually accord with the temperament, will the blood of the calf not give the man the stupidity and brutal inclinations of this animal? Here we almost seem to have Darwin's theory of pangenesis; and, if this theory be true, are not Laury's objections well founded? As far as man is concerned, it may be difficult to give a positive answer either in the affirmative or the negative; but the experiments which Mr. Galton has made on rabbits, for the express purpose of testing Darwin's theory, show that in these animals transfusion has no effect either on the animals themselves or on their progeny. We may therefore, I think, safely conclude that the risk of injuring a man's character, or that of his descendants, by transfusion of an animal's blood, is not for an instant to be weighed in the balance against the chance of saving his life in those cases where alone the operation would be performed.







PAMPHLETS

+74

23