

**Zur Physiologie und Pathologie des Central-nervensystems mit besonderer Berücksichtigung der Sehhügel und der Hemmungsfunction : auf Grund selbständiger Versuche / von Friedrich Simbriger.**

**Contributors**

Simbriger, Friedrich.  
Francis A. Countway Library of Medicine

**Publication/Creation**

Wien : Verlag von Josef Safár, 1896.

**Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/ssvqbz2e>

**License and attribution**

This material has been provided by This material has been provided by the Francis A. Countway Library of Medicine, through the Medical Heritage Library. The original may be consulted at the Francis A. Countway Library of Medicine, Harvard Medical School. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



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>

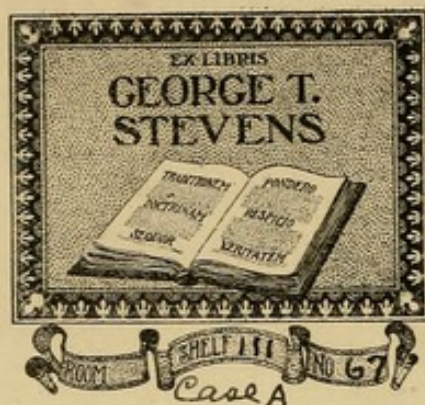






Harvard Medical Library  
in the Francis A. Countway  
Library of Medicine ~ Boston

VERITATEM PER MEDICINAM QUÆRAMUS



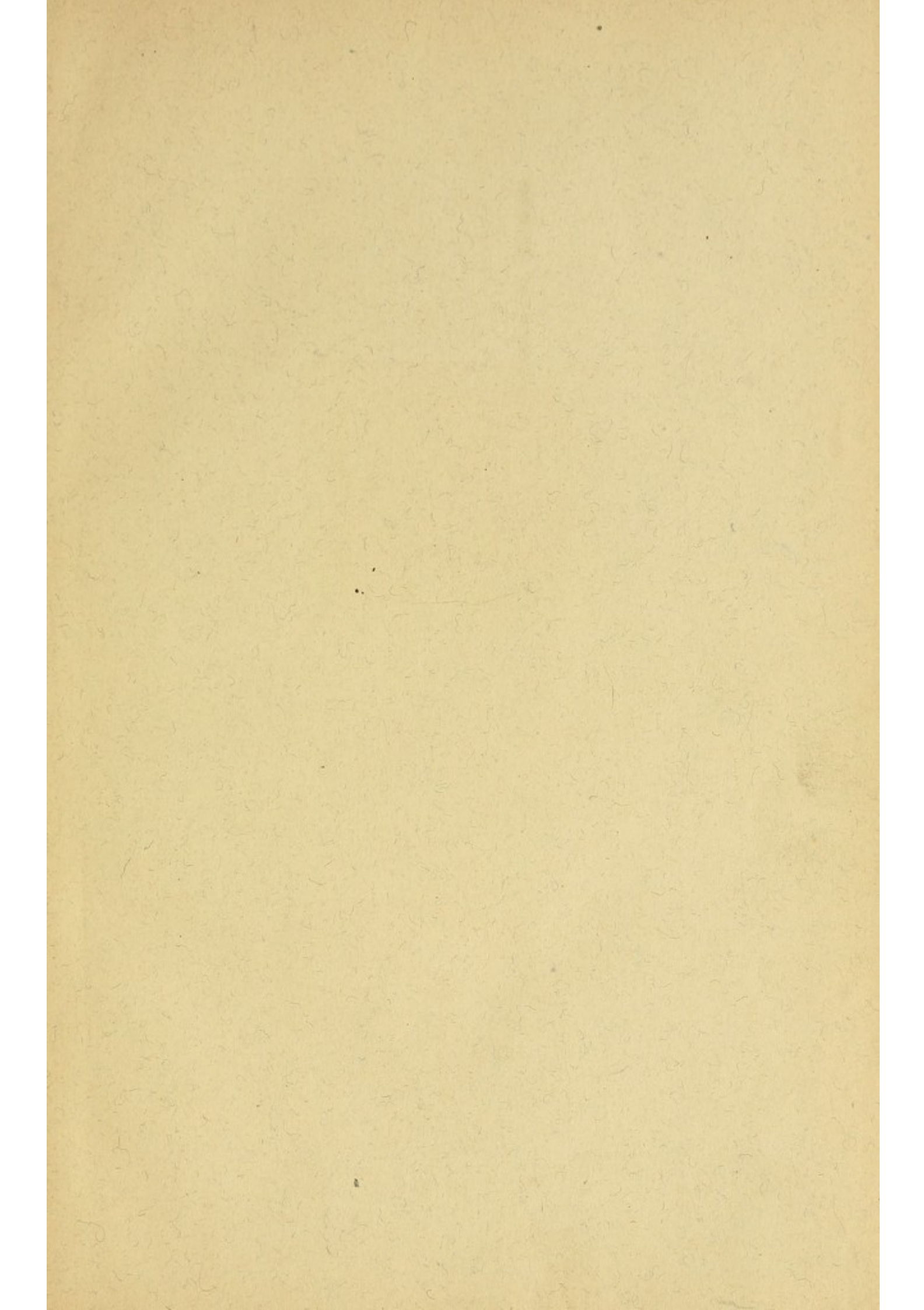
HARVARD MEDICAL  
LIBRARY



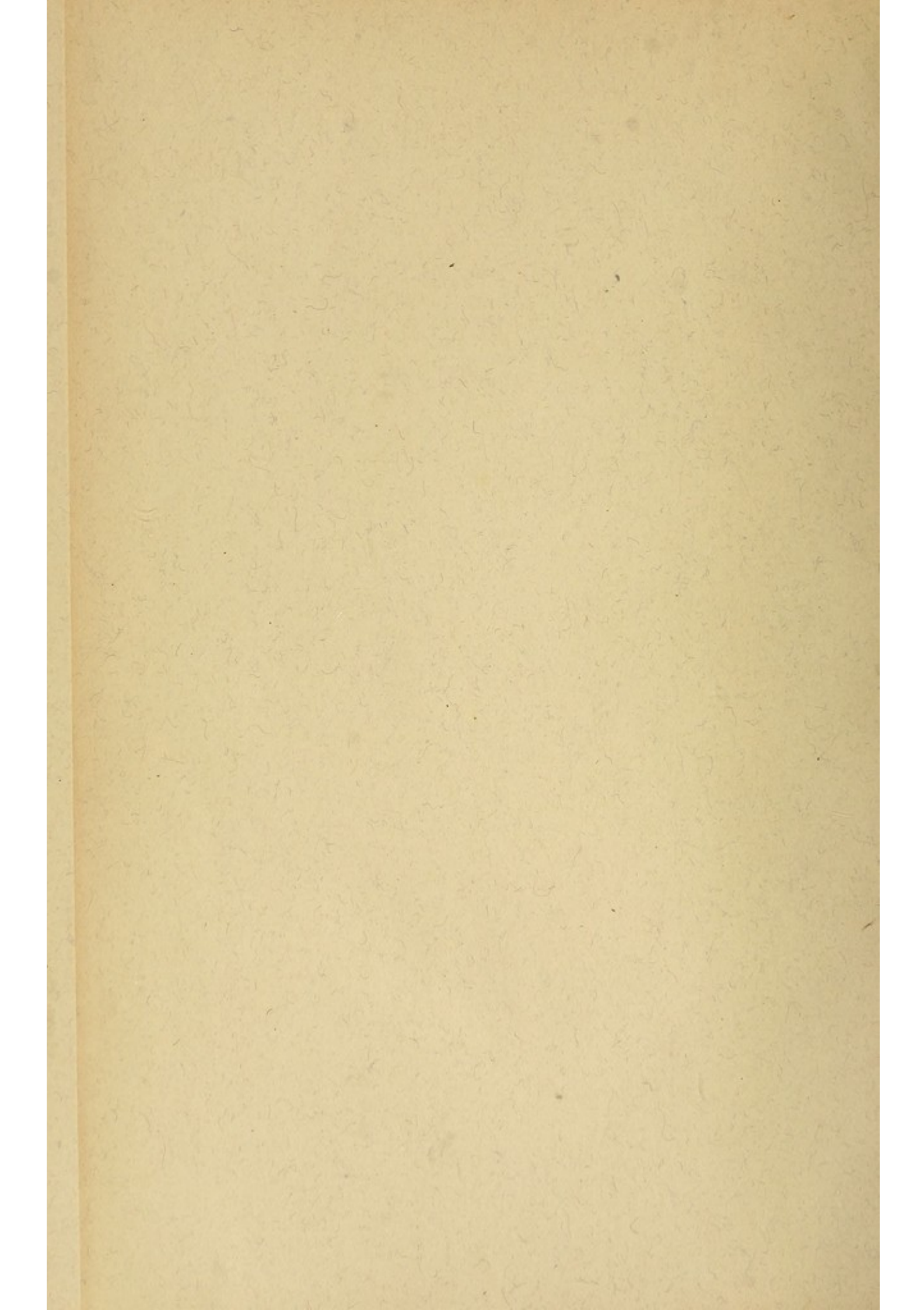
RÖNTGEN

THE LLOYD E. HAWES  
COLLECTION IN THE  
HISTORY OF RADIOLOGY











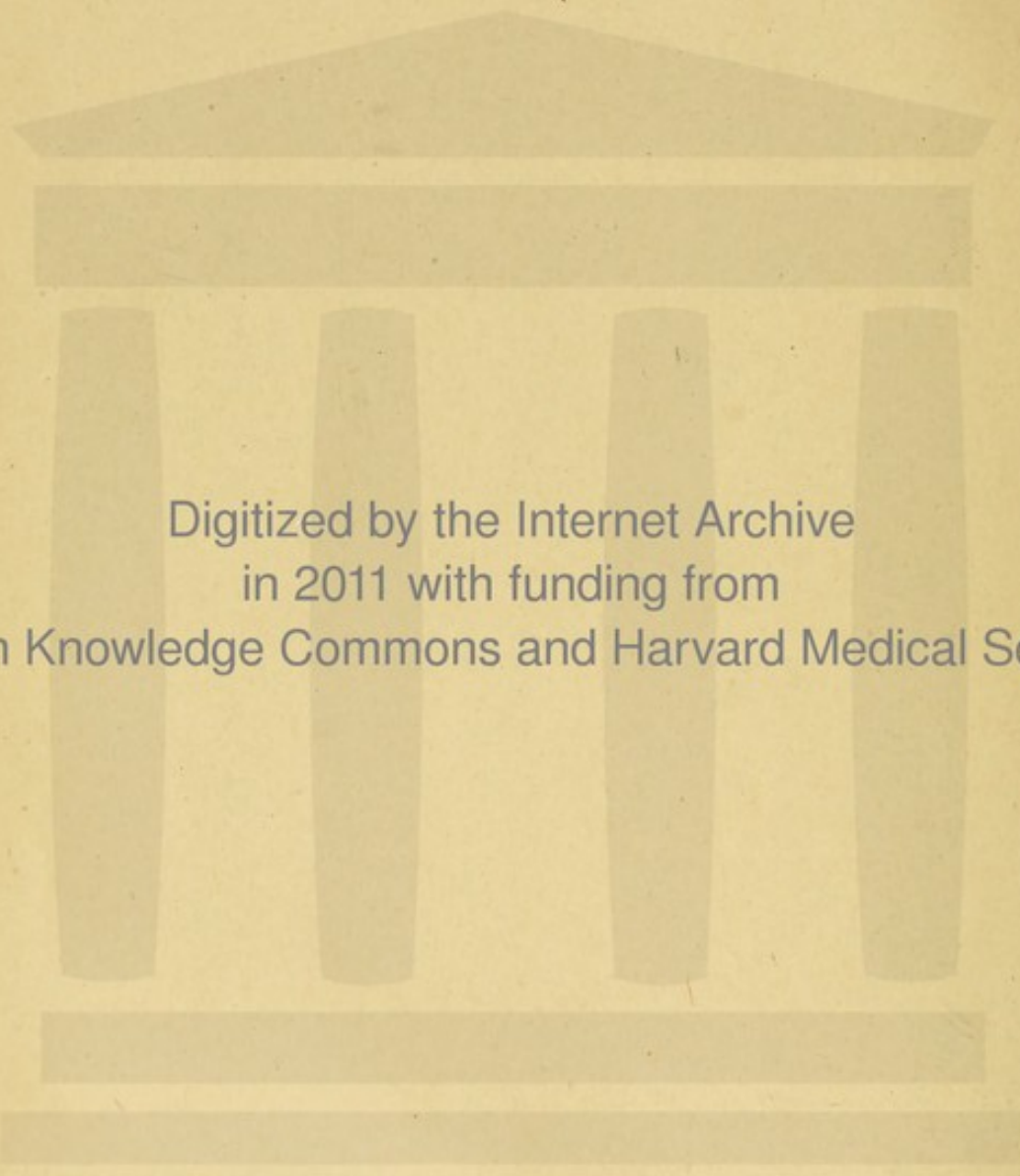
67232  
QUEENS COUNTY MEDICAL SOCIETY

112-25 QUEENS BLVD.,

FOREST HILLS, N. Y.

5704





Digitized by the Internet Archive  
in 2011 with funding from  
Open Knowledge Commons and Harvard Medical School

Zur Physiologie und Pathologie  
des  
Centralnervensystems

mit besonderer Berücksichtigung  
der Sehhügel und der Hemmungsfuction.

---

Auf Grund selbständiger Versuche

von

Dr. Friedrich Simbriger.



WIEN.

VERLAG VON JOSEF ŠAFÁŘ.

1896.





# INHALT.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	1
<b>I. Versuche (und daran geknüpfte Bemerkungen) zur Ausschliessung der Hemisphärenfunction</b> . . . . .	11
1. Exstirpation der Grosshirnhemisphären mit nachherigen Durchschneidungen der Sehhügel . . . . .	11
2. Partielle Durchschneidung der Hemisphären vor den Sehhügeln . . . . .	14
3. Trennung des unteren Theiles der rechten und fast gänzliche der linken Hemisphäre von den Sehhügeln . . . . .	15
4. Durchschneidung des Hirnstammes zwischen Seh- und Vierhügeln . . . . .	16
5. Abtrennung der vorderen unteren Sehhügelhälfte vom Hirnstamme . . . . .	17
6. Bemerkungen über diese Versuche . . . . .	18
<b>II. Verletzungen der Sehhügel</b> . . . . .	23
<b>a) Basaler Theil</b> . . . . .	23
1. Linksseitige Verletzung der Lam. perf. ant. . . . .	23
2. Verletzung des rechtsseitigen vorderen Theiles des Tub. cin. . . . .	25
3. Verletzung des Tub. cin. $\frac{1}{2}$ Linie hinter dem Chiasma . . . . .	26
4. Durchschneidung der oberen Hälfte der Sehhügel vor dem Vierhügel . . . . .	28
5. Oberflächliche Verletzung der Mitte des Tub. cin. . . . .	29
6. Durchstechung der Sehhügel (fast horizontale) oberhalb der Basis, entsprechend der Mitte des Tub. cin. . . . .	31
7. Fast vollständige Durchtrennung des unteren Drittels der Sehhügel etwas vor der Mitte des Tub. cin. . . . .	33
8. Bluterguss am hinteren Basaltheile der Sehhügel . . . . .	35
9. Schnitt in die Lam. perf. post. und den vorderen Brückenrand mit Durchtrennung der untersten Schichte des Ped. cereb. d. . . . .	36
10. Stich in das Tub. cin. von unten her . . . . .	37
11. Durchstechung des linken Sehhügels (von oben) mit Quetschung . . . . .	38
12. Stich durch den vorderen Theil des linken Sehhügels bis zur Basis mit partieller Durchtrennung . . . . .	39
13. Verletzung mit darauf folgenden periodischen Krampfanfällen und völliger Bewusstlosigkeit . . . . .	39
<b>b) Oberer Theil des Sehhügels</b> . . . . .	40
1. Durchtrennung der oberen $\frac{2}{3}$ vor dem Vierhügel . . . . .	40
2. Durchbohrung der mittleren Schichte in der Vorderhälfte . . . . .	42
3. Verletzung der oberen Hälfte zwischen dem vorderen und mittleren Drittel . . . . .	43



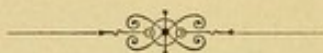
	Seite
4. Verletzung der oberen Hälfte etwa in der Mitte . . . . .	44
5. Stich durch das hintere Drittel . . . . .	45
6. Durchtrennung des oberen inneren Drittels . . . . .	47
7. Durchtrennung der oberen $\frac{2}{3}$ des rechten Sehhügels hinten . . . . .	49
8. Stich in die Gegend des Corp. genic. dext. . . . .	49
9. Verletzung des vorderen oberen Sehhügeltheiles beiderseits . . . . .	50
10. Stich in die obere Hälfte des rechten Sehhügels vor dem Corp. geniculat. . . . .	51
11. Durchtrennung der unteren $\frac{2}{3}$ des Hirnstammes vor dem Vier- hügel und der Brücke . . . . .	52
12. Injection concentrirter Kalilauge in die Hirnkammern . . . . .	54
c) Durchtrennungen des ganzen Hirnstammes . . . . .	56
1. Abtrennung der Sehhügel etwas vor dem Vierhügel und der Varolsbrücke . . . . .	56
2. Abtrennung der Sehhügel gerade an der Grenze (am Vierhügel und der Brücke) . . . . .	57
III. Uebersicht der durch diese Verletzungen bedingten Erscheinungen . . . . .	58
a) Allgemeines . . . . .	58
b) Specielles . . . . .	60
1. Depression . . . . .	60
2. Störungen der Sinnesfunctionen . . . . .	62
3. Erscheinungen an den Eingeweiden der Brust- und Bauchhöhle . . . . .	62
4. Störungen der Muskelthätigkeit . . . . .	65
IV. Controlversuche hinsichtlich der Mitwirkung aller hinter den Sehhügeln liegenden Centraltheile (Verletzungen des hinteren Hirnstammes und Rückenmarkes) . . . . .	72
1. Stich durch den Vierhügel oberhalb des Aquaeduct. Sylvii von vorne nach hinten . . . . .	72
2. Nadelstich durch das Kleinhirn in die Med. obl. . . . .	73
3. Durchtrennung des rechtsseitigen Zirbelstieles . . . . .	73
4. Durchtrennung des Hirnstammes entsprechend der Querfurche des Vierhügels und der Mitte des Pons Varoli . . . . .	73
5. Seitliche Durchstechung des Vierhügels mit Durchtrennung der grauen Masse, welche den Boden des Aquaeduct. Sylvii bildet . . . . .	74
6. Durchtrennung der untersten Schichte der Varolsbrücke auf der rechten Seite . . . . .	74
7. Verletzung des hinteren Theiles der Brücke durch das Kleinhirn hindurch . . . . .	75
8. Unvollständige Durchtrennung des Pons V. . . . .	76
9. Unvollständige Durchtrennung des Hirnstammes zwischen dem vorderen und mittleren Drittel der Rautengrube und dem hin- teren Brückenrande . . . . .	77
10. Durchtrennung der beiden äusseren Drittel der Medulla oblongata . . . . .	77
11. Verletzung des vorderen Vierhügelpaares mit starkem Bluterguss . . . . .	78
12. Durchtrennung des Hirnstammes zwischen Vierhügel und Brücke . . . . .	79
13. Durchtrennung der Eminentiae teretes und partielle der Fortsetzung des linken Pyramidenstranges im hinteren Theile des Pons V. . . . .	80



	Seite
14. Stich in den linken Winkel des 4. Ventrikels . . . . .	81
15. Stich durch die linke Hälfte der Med. oblong. . . . .	81
16. Durchtrennung der Pyramidenstränge . . . . .	82
17. Verletzung rechts neben dem Noeud vital Fl. . . . .	84
18. Durchschneidung des Halsmarkes bei künstlicher Athmung . . .	84
19. Unvollständige Durchtrennung des Halsmarkes . . . . .	85
20. Stiche in das Hals und Rückenmark . . . . .	86
21. Stich in den hintersten Rücken- oder vordersten Lendentheil des Spinalmarkes . . . . .	86
<b>V. Ergänzende Bemerkungen zu obigen Versuchen . . . . .</b>	<b>87</b>
a) Vierhügelreizung . . . . .	88
b) Verletzungen des Kleinhirns . . . . .	88
c) Verletzung der Olive . . . . .	89
d) Abtrennung der Sehhügel zugleich mit einem Theile des Vierhügels	89
e) Verletzung des Kleinhirns gleichzeitig mit der des Vierhügels . .	89
f) Ausgebreitete Durchtrennung des Kleinhirns mit gleichzeitiger Ver- letzung des Vierhügels . . . . .	90
g) Fast gänzliche Durchtrennung der Brücke mit Verletzung des Vier- hügels . . . . .	90
h) Stich durch die knöcherne Hirnbasis in den hintersten Theil der Brückensubstanz . . . . .	90
i) Längsstich durch die Haubenschichte der Brücke mit nachheriger Durchschneidung der Sehhügel . . . . .	91
k) Stich durch die knöcherne Hirnbasis und die Lamina perfor. post. in die graue Bodensubstanz des Aquaeduct. Sylvii, dann in das Tub. cin. und endlich Stich in das Rückenmark . . . . .	91
<b>VI. Uebersicht der nach Verletzungen des Kleinhirns, Spinalmarkes und besonders des hinteren Hirnstammes beobachteten Erscheinungen . .</b>	<b>92</b>
A. Depression . . . . .	92
B. Störungen der Sinnesfunctionen . . . . .	93
C. Störungen der Eingeweidefunctionen . . . . .	94
D. Störungen der Muskelthätigkeit . . . . .	96
<b>VII. Resultat beider Versuchsreihen (Vergleichungen und daraus sich erge- bende Schlüsse) . . . . .</b>	<b>100</b>
<b>VIII. Uebersicht der Ergebnisse hinsichtlich der Function des Centralnerven- systems überhaupt . . . . .</b>	<b>105</b>
1. Vierhügel . . . . .	106
A. Allgemeines . . . . .	106
B. Specielles. — Innervation des Seh-Apparates . . . . .	106
2. Hinterkopf und Hals . . . . .	107
3. Vorderstamm . . . . .	107
4. Hinterstamm . . . . .	108
5. Die Varolsbrücke als Centrum der Extremitäten . . . . .	108
6. Graue Rinde der Klein- und Grosshirnhemisphären . . . . .	118
<b>IX. Function der Sehhügel . . . . .</b>	<b>120</b>
1. Unmittelbar anregender Einfluss auf den Vorderkopf . . . . .	120
2. Einfluss auf die Ernährung . . . . .	121



	Seite
3. Coordination . . . . .	122
4. Hemmung . . . . .	123
X. Wesen des hemmenden Einflusses . . . . .	128
XI. Anwendung des Gewonnenen auf bekannte wichtige Hemmungserscheinungen im Organismus . . . . .	135
A. Halssympathicus und Pupillenbewegung . . . . .	136
B. Erklärung räthselhafter Erscheinungen nach den in unseren Versuchen vorgekommenen Verletzungen . . . . .	137
C. Herzbewegung . . . . .	140
XII. Würdigung zweier bekannter Experimente als Einwürfe gegen die obige Hemmungstheorie . . . . .	149
1. Erscheinungen nach Abschneiden der Blutzufuhr vom Gehirn (Kussmaul-Tenner'scher Versuch) . . . . .	151
2. Erscheinungen nach Compression der Bauch-Aorta . . . . .	153
XIII. Anwendbarkeit der gewonnenen Anschauungen auf physiologische und pathologische Vorgänge . . . . .	154
XIV. Bemerkungen zur Versuchsmethode. Schlusswort . . . . .	160





## Einleitung.

Die Resultate der experimentellen Untersuchungen über die Function der Sehhügel lassen an Uebereinstimmung noch viel zu wünschen übrig und die bei Erkrankungen dieses Centraltheiles beobachteten Erscheinungen sind so vieldeutig, daher so unsicher, dass auch sie bestimmte Schlüsse nicht gestatten. Die Anschauungen der zahlreichen Forscher, welche sich mit der Function der Sehhügel beschäftigt haben, weichen sogar darin noch von einander ab, ob dieselbe eine sensorische oder eine motorische sei. Nebst Renzi, Fournier, Ferrier und Anderen spricht sich auch Laborde(1) für ihre sensorische Natur aus und hält es für „möglich“, dass sie einen Theil eines oberen Reflexapparates darstellen, dessen anderer — motorischer — Theil in den Streifenhügeln (Nucleus caudatus und Nucl. lentiformis) gegeben wäre; denn „es könnte sein,“ dass man sie hinsichtlich ihrer Function nicht trennen dürfe. — Luys hielt die Sehhügel für ein „Centrum der Reception und metabolischen Verarbeitung sensorischer Eindrücke“. — Für motorisch wurden die Sehhügel von Vulpian, Longet, Magendie u. A. erklärt. Besonders waren es auch deutsche Physiologen, welche diesem Centraltheil wenigstens nicht bloss sensorische Eigenschaften zuschrieben. Wundt(2) sprach sich schon 1873 dahin aus, dass in den Sehhügeln (allerdings im Verein mit den Vierhügeln) ein Mechanismus gegeben sei, bei welchem ausserordentlich vollkommene Selbstregulierung stattfinde, da eine ganze Reihe zweckmässiger Bewegungen von hier ausgehe. Sie seien ein oberstes Reflexcentrum tactiler Eindrücke und unbewusster Locomotionsbewegung. Auch in der neuesten Auflage seiner physiologischen Werke (2 u. 37) bezeichnet er — unter Berufung auf die Versuchsergebnisse Crichton Brown's, welcher Alteration der Reflexerregbarkeit der Haut bei Verletzungen der Sehhügel beobachtete, — die Sehhügel als Reflexcentrum des



Tastsinnes, dem ein bedeutender regulierender Einfluss auf alle Körperbewegungen zukomme. Fick(3) betrachtet die zu den Lobi optici verschmolzenen Seh- und Vierhügel der Fische als Coordinationscentren der Extremitätenbewegungen, insbesondere der Locomotion. Steiner(4) sagt vom Mittelhirn des Haifisches, dass in demselben sämtliche animale Muskeln, auf einen kleinen Umkreis vereinigt, ihr secundäres Innervationscentrum besitzen. Durch Eintreten von Tast-, Druck-, Wärme- etc. Empfindungen werde es zum „allgemeinen Bewegungscentrum“, welches „führend wirkt und dem das Rückenmark durchaus subordiniert ist. Letzteres enthält Metameren-Centren, die einander gleichwertig und coordiniert sind“. Gad(5) nennt zwar im 7. Band der Eulenburg'schen Real-Encyclopädie (Artikel „Gehirn“) keinen bestimmten Theil des Hirnstammes in Betreff der Regulierung der Bewegungs-Impulse; in dem 1892 erschienen „Handbuch der Physiologie“ Gad und Heymann's(6) dagegen werden die Seh- und Vierhügel mit dem System des Hirnschenkelfusses und der Haube als Sitz eines solchen Einflusses bezeichnet. Nothnagel sah zwar bei noch vorhandenen Grosshirnhemisphären auch nach Verletzung der Sehhügel alle Bewegungen wie normal vor sich gehen, (nur dass die Thiere, wenn man ihnen die Vorderbeine nach vorne zog, sie in dieser Position liessen, was bei Zerstörung bloss eines Sehhügels am Vorderbein der anderen Seite zu Tage trat); waren aber vorher die Hemisphären entfernt worden, so zeigten sich die Thiere (Vögel) — ohne paralytisch zu sein — nicht mehr im Stande zu gehen, zu laufen und zu fliegen. Nothnagel wandte sich schliesslich der, auch von Meynert vom anatomischen Standpunkte getheilten, Anschauung Wundt's zu. Landois(7) führt an, dass durch Abtragung der Sehhügel, oder durch Zerstörung derjenigen Theile derselben, welche das von Christiani in der Wand des III. Ventrikels gefundene Athmungscentrum umgeben, beim Kaninchen die coordinierten Bewegungen beeinträchtigt werden. Man beobachtet hiebei theils Schwäche und Lähmung der contralateralen Muskulatur nebst Reitbahnbewegung, theils contralaterale Hemianästhesie mit oder ohne Affection der motorischen Sphäre.“ Er gedenkt Nothnagel's Ausspruch hinsichtlich der Bedeutung der Sehhügel für das Mienenspiel und (in Betreff des hinteren Drittels) für den Sehsact, sowie Bechterow's, der sie für Centren der angeborenen Ausdrucksbewegungen erklärt; ferner der Beobachtung Tschetschichin's und Naunyn's, der zufolge im Vordertheil des Sehhügels ein auf den



Verbrennungsprozess des Körpers hemmend wirkendes Centrum seinen Sitz habe; endlich dass in Folge von Erkrankungen der Sehhügel auch beim Menschen contralaterale Coordinationsstörungen (choreiforme) Zuckungen oder Ataxie nach Senator eintreten, was auch A. Pick(8) hervorhebt.

Eckhardt(9) fand sich auch in der 1886 erschienenen Auflage seiner „Physiologie des Rückenmarks und Gehirns“, am Schlusse des Kapitels über die Sehhügel, zu der Aeusserung bewogen, es sei unmöglich die Bedeutung dieses Hirntheiles für die Motilität schon jetzt festzustellen. Mit Recht hat er auch hervorgehoben, dass „die mechanischen Eingriffe in verschiedenen Händen von sehr verschiedenen Erscheinungen begleitet gewesen sind und daher auch zu differenten Meinungen über die Beziehungen der Sehhügel zur Locomotion geführt haben“. Er selbst hat je nach der Lage, Ausdehnung etc. des mechanischen Eingriffs, verschiedenartige Motilitätsstörungen beobachtet: Manègebewegung nach der verletzten und nach der entgegengesetzten Seite, die in mehr weniger vollkommene Halbmesserdrehung übergehen kann, die ferner später aufhört und auf Reize für kurze Zeit wieder eintritt, einen mehr hüpfenden oder mehr kriechenden Charakter zeigt und von nicht näher anzugebenden Eigenthümlichkeiten der Verletzung eines Sehhügels abhängig ist; ferner Zwangsbewegung auch nach vorne — in Folge symmetrischer, gleichzeitiger und gleichmässiger Verletzung beider Sehhügel; endlich Eintreten dieser Erscheinungen nach entsprechenden Sehhügelverletzungen auch dann, wenn vorher die Grosshirnhemisphären entfernt worden waren.

Der schon erwähnte Einfluss des hinteren Sehhügeltheiles auf den Gesichtssinn und — hiemit in Verbindung — auf die Irisbewegung, ist vielfach bestätigt worden (Goltz, Vulpian, Renzi, Jackson sahen bei Erweichung des Pulvinar Hemianopie der dem Sitz der Läsion entgegengesetzten Seite.) Als zweifelhafter gilt die Beziehung der Sehhügel zum Geruchs-, Gehörs- und Tastsinne (Renzi, Luys, Ferrier, Crichton-Brown) und der von Setschenow angegebene reflexhemmende — nach Eckhardt reflexverlangsamende — Einfluss. Die von Schiff den Sehhügeln zugeschriebene Innervation der Gefässe des gesammten Darmtractes wurde von Eckhardt und von Affanasieff bestätigt.

Insoferne man eine den Hirnschenkeln mit ihrem Locus niger zugeschriebene Function etwa ebenfalls auf die Sehhügel übertragen darf, wäre auch Nachstehendes anzuführen:



Die von Budge und — mit einiger Einschränkung — auch von Liégois behauptete Innervierung aller Gefässe des ganzen Körpers, dann der erregende Einfluss auf die Detrusoren der Harnblase nach Affanasieff, endlich der Einfluss auf die Bewegungen der Eingeweide (nach Budge, Valentin, Schiff) und auf den Oculomotorius (Magendie, Flourens, Vulpian, Prevost, Affanasieff, Baissaud, Laborde).

Die übrige einschlägige Literatur muss ich theils deshalb übergehen, weil sie mir nicht zugänglich ist, theils auch, weil ich es mir aus anderen Gründen nicht zur Aufgabe machen konnte, eine erschöpfende Uebersicht derselben zu bieten. Es sei nur noch kurz erwähnt, dass unter den Symptomen von Erkrankung der Sehhügel, ausser den schon oben nach Landois angegebenen, auch Epilepsie (Wenzel), ferner Katalepsie und Athetose beobachtet worden sind. Eichhorst(25) indessen äussert sich diesbezüglich dahin, dass die Sehhügel „vorläufig zu denjenigen Regionen des Gehirns gehören, deren Erkrankung einer Diagnose nicht zugänglich ist“. Die Function des Gangl. subthalamicum und interpedunculare (Lamina perf. post.) des Tuber cinereum, der rothen Haubenkerne und der Subst. innominata (untere graue Schichte der Ansa peduncularis) hat noch niemand speciell untersucht; man weiss von ihrer Function, wie auch Mendel(46) hervorhebt, noch nichts.

Meine auf das Centralnervensystem bezüglichen, 1870 u. 1871 in ungarischer Sprache publicierten (3) Arbeiten, darunter die letzte unter dem Titel: „Zur Function der Sehhügel“, sind unbekannt geblieben. Es erschien freilich erst im April 1896 in der „Prager medicin. Wochenschrift“ in deutscher Sprache eine kurze Mittheilung meiner Versuchsergebnisse.

Den Forschern, welche ihre Kräfte dem räthselvollen Gebiete der Physiologie und Pathologie des Centralnervensystems zugewendet haben, kann es nur erwünscht sein, möglichst viele, genauestens beschriebene Versuche und Beobachtungen zur Disposition zu erhalten, als Material zu eigenen Schlüssen, wie auch als ein Mittel die Folgerungen anderer Beobachter zu controlieren. Ich bin in dieser, durch Verschmelzung, Umarbeitung und Berichtigung, aus den oberwähnten drei Aufsätzen hervorgegangenen Arbeit vielleicht im Stande, wenigstens ein Material für Andere zu liefern, von dem ich hoffe, dass es, trotz seiner Mängel, der Beachtung nicht unwert erscheinen werde, da meine Versuchsergebnisse fast alle vorerwähnten bisherigen Beobachtungen enthalten und daher in ihnen, wie ich glaube,



das Mittel gegeben ist, durch welches die auseinander weichenden Angaben und Meinungen in verständlichen Zusammenhang gebracht werden können.

Das Letztgesagte gilt jedoch nur dann, wenn man auch die graue Substanz des Bodens der 3. Hirnkammer und wohl überhaupt all' jenes Grau, welches basal von dem bisher als Sehhügel bezeichneten Gebilde liegt, zu den Sehhügeln rechnet, alles Grau des sog. Zwischenhirns als eine Einheit auffasst. Auch die Subst. nigra Sömmeringi — welche Laborde(1) als ein im Verein mit dem Pons wirkendes „functionelles Relais“ bezeichnet, — sollte hievon nicht ausgenommen werden. Insoferne man den Hirnschenkeln eine selbständige Function zuschreibt, darf man ja bloss die in ihnen eingebettete graue Substanz als Ausgangspunkt solcher Function ansehen. Denn wie in allen anderen Theilen des Centralnervensystems, so können ja auch hier bloss die Nervenzellen den für die Function charakteristischen Theil darstellen, während die Markfasern bloss zur Verbindung der Centralstellen unter einander und mit der Peripherie dienen, bloss die Leitung besorgen.

Für die Einheitlichkeit der grauen Substanz des Zwischenhirns, obgleich sie beim Menschen durch Markfasern in mehrere Partien getrennt ist, spricht auch die Wahrscheinlichkeit gemeinsamen Ursprunges aus dem centralen Höhlengrau, ferner der Umstand, dass die Sehhügel, selbst bei höher entwickelten Wirbelthieren (Kaninchen, Hund), deutlich das die Hemisphären gleichsam aus sich entsendende vorderste Ende des Hirnstammes darstellen. Sie nehmen von den Hemisphären Markstrahlungen auf, bezw. werden von solchen berührt, sind aber nicht in die Hemisphären eingebettet wie die Corp. striata, welche daher auch nicht mehr zum Hirnstamme gerechnet werden können. Bei meinen Versuchen habe ich die grauen Theile des Zwischenhirns meist nicht ihren Namen nach unterschieden (weil dies wohl unmöglich ist), sondern suchte die Oertlichkeit und Ausdehnung der Verletzungen in anderer Weise zu bestimmen. In dieser Hinsicht erscheint es der Kürze wegen als zweckmässig, für das ganze Zwischenhirn im Nachstehenden die Bezeichnung „Sehhügel“ zu gebrauchen, was mir mit Rücksicht auf das eben Dargelegte gestattet sein möge.

Meine Versuche betrafen in ihrer grössten Zahl den Hirnstamm, namentlich den aus der primären vorderen Hirnblase hervorgegangenen Theil (den Sehhügel). Die Gross- und Klein-



Hirnhemisphären wurden nur insoweit untersucht, als es für das Constatieren ihrer Wechselwirkung mit dem Hirnstamm unumgänglich nöthig erschien.

Es waren Verletzungen, die ich theils allein vornahm, theils mit Hilfe meines werten Collegen und Freundes Dr. Georg von Szabó, dem ich dafür viel Dank schulde. Meistens wurden Kaninchen verwendet, aber auch Hunde, Meerschweinchen, Katzen, Vögel und Frösche. Nebst spitzen, schmalen (1—3'''), mit bauchiger oder hohler Schneide versehenen Messerchen, gebrauchte ich noch gewöhnliche Nadeln und, insbesondere zu den Verletzungen der Sehhügel selbst, zum Theil das sogleich zu beschreibende, von mir entworfene und unter Beirath des Prof. Balogh, dem ich, wie so viele Andere, für Anregung und ausgiebigste Förderung wissenschaftlichen Strebens aufs Höchste verpflichtet bin und innigsten, verehrungsvollsten Dank zolle — vervollkommnete Instrument.

Eine nicht federnde, 1 cm breite, nach der Fläche zu einem Halbkreise zusammengebogene Stahlplatte, welche, den Kopf in sich fassend, mittelst je einer spitzen Schraube an dem Jochbogen jeder Seite und am Scheitel fest gemacht werden kann, ist dazu bestimmt, die Richtung der einzustechenden Nadeln zu sichern, auch wenn das Thier nicht gebunden ist. Die Platte besitzt zwischen den beiden Endschrauben und der Scheitelschraube auf ihren beiden Hälften eine Spalte, in welcher je ein knopfförmiger, zur Leitung der Nadel bestimmter und daher durchbohrter Schieber beliebig feststellbar ist, was eine auf der oberen Fläche der Platte eingeritzte Gradeintheilung ganz genau ermöglicht. — Um auch die Tiefe, bis zu welcher die Nadel in das Gehirn eindringen soll, genau bestimmen zu können, ist der Umfang der letzteren, fast ihrer ganzen Länge nach, an einer Seite abgeschliffen und zeigt daselbst eine mm-Eintheilung, auch ist ein feststellbarer Schieber daran, oder es wird eine Schraubenmutter beliebig auf- oder abwärts geschraubt. Das zum Eindringen in's Gehirn bestimmte Ende der Nadel ist etwas verjüngt und bleibt in jedem Falle glatt. — Ich setzte anfangs kleine Lanzenspitzen an dieses Ende, welche nach dem Einstechen am Ende des Stichkanals zurückbleiben, fand aber, dass die Verletzung selbst, resp. das in dieselbe ergossene wenige Blut, wenigstens für eine gewisse Zeitdauer, ganz dasselbe leistete, wie die Lanzenspitze. Ferner benützte ich auch Hohnadeln, ähnlich denen der Pravatz'schen Spritze, zu subcutanen Injectionen und es gelang mir auch, Kalilauge gleichzeitig in alle beiden



Seitenventrikel zu injicieren, ohne die Sehhügel mit den Nadeln zu verletzen. — Bei gleich grossen Thieren derselben Gattung kann man mit diesem Instrumente, unter Berücksichtigung der Massverhältnisse des Hirnstammes zu den die beiden Jochbeine verbindenden Linien und zum senkrechten Durchmesser der Schädelhöhle, in Wahrheit eine grosse Genauigkeit im Hervorbringen von Verletzungen erzielen.

Die Massangaben in den Leichenbefunden beziehen sich auf das Zoll-Mass, u. zw. meist auf dessen kleinste Einheit (Linien =  $\frac{1}{12}$ .)

Die Berechtigung zu Schlussfolgerungen betreffs der Function einzelner Hirntheile des Menschen, aus dem Auftreten gewisser Erscheinungen nach Läsionen der diversen Gehirnthteile bei Thieren, ist zwar nothwendigerweise eine auf ein gewisses Mass beschränkte. Da jedoch diese Methode in der vergleichenden Anatomie und in der Descendenzlehre wertvolle Stützen besitzt und als die ergiebigste, stets offene Quelle allgemein angewendet wird, so dürfte sie wohl auch in dieser Arbeit für zulässig erachtet werden. Es werden hier bloss Versuche an Warmblütern und insbesondere an Säugethieren vorgeführt, weil die an Kaltblütern zu beobachtenden Erscheinungen, in Folge der lange andauernden Erregbarkeit dieser Thiere (und etwaige rein protoplasmatische Functionsäusserung der von ihren Centren abgetrennten Theile) leichter zu Täuschungen Anlass geben dürften, — ganz abgesehen von dem grösseren Abstand, welcher ihre Organisation von der des Menschen trennt.

Die Anwendung von Verletzungen als mechanischem Reiz ist als das beste zu Untersuchungen, insbesondere des Hirnstammes, zu verwendende Mittel allgemein im Gebrauche und wohl das einzige, welches eine entsprechende Localisation ermöglicht.

Es ist jetzt bekannt, dass auch die Hirnrinde — wenigstens gewisse Partien derselben — durch diesen Reiz erregbar ist. Es gelang mir schon im Jahre 1869 Symptome dieser Erregbarkeit, ferner auch solche der elektrischen Erregbarkeit unabhängig von anderen Autoren, jene der elektrischen insbesondere unabhängig von Frisch und Hitzig, zu beobachten. Ich sah bei Verletzungen, wie auch bei Anwendung des Inductionsstromes Bewegung einer Pfote, des Kopfes, der Gesichts-, insbesondere der Kaumuskeln auftreten, deutete diese Symptome jedoch nicht auf Erregung der Rindenelemente und verfolgte sie nicht weiter.

Um bloss oder nahezu bloss als Reiz zu wirken, muss die Verletzung eine verhältnismässig kleine sein und graue Substanz treffen.



Auch diese erscheint jedoch nicht überall in gleichem Masse reizbar, sondern am meisten am ventralen, motorischen Theile des Hirnstammes und wohl des ganzen Medullar-Rohres. In dieser Hinsicht widersprechen meine Beobachtungen denen von Laborde. Dieser Autor nimmt als allgemeines Gesetz an, dass die graue Substanz mechanisch nicht erregbar sei. Er fand die Vorder-, Seiten- und die Hinter-Stränge in hohem Grade, schon durch das leichte Berühren und Streifen mit einem Instrument von der Dicke des stumpfen Endes einer Nähnadel, reizbar und hält die Wurzelfasern für den Ausgangspunkt der Erregung. Man muss jedoch berücksichtigen, dass diese Beobachtungen an Thieren gemacht wurden, denen nach vorheriger Chloroformierung der Rückenmarkskanal geöffnet und dann das Rückenmark durchschnitten worden war. Nach jeder dieser beiden Operationen liess Laborde längere Zeit verstreichen. Könnte es nicht in Folge dieses Vorgehens zu bedeutender Hyperästhesie gerade der grauen Substanz gekommen sein? Dies ist wenigstens nicht ohne weiteres auszuschliessen. Und unter solchen Umständen mochte schon ein leiser Druck auf die — jene Substanz bedeckenden — Markfasern genügen, um Reizung zu bewirken. Bei ähnlichem Vorgehen haben andere Forscher (Luciani, Couty) auch das Grau des motorischen Rindenfeldes, an gewissen Stellen wenigstens, mechanisch erregbar gefunden, während Andere — wahrscheinlich weil die Bedingungen für Hyperästhesie fehlten — diese Erregbarkeit nicht wahrnahmen. Betrachtet man die mechanische Erregbarkeit des motorischen Rindengraues als Thatsache, so wird man die des Centralgrauen, zumal in der motorischen Columne, auch nicht einfach leugnen dürfen. Eher hätte man Ursache in Abrede zu stellen, dass die Markfasern durch Schnitt, Stich, Druck (besonders von ergossenem Blute) gereizt werden könnten. Denn es ist wohl noch von niemandem behauptet worden, dass die Markfasern des Stabkranzes, die sich von den übrigen doch nicht wesentlich unterscheiden dürften, auf solche Reize reagieren. Bekanntlich gehen dauernde Erregungszustände stets von der grauen Substanz aus, während die Nerven in Betreff der Erhaltung und Wiederherstellung ihrer Erregbarkeit auf ihre Centren, die Nervenzellen, angewiesen sind.

Nach Hodge treten in Folge von langer und starker Reizung eines Nerven in seinen Ursprungszellen Erschöpfungserscheinungen auf. Behinderung der Restitution steigert nach Wundt die Erregbarkeit der Ganglienzellen; auch kann man ihm zufolge annehmen;



dass die ohnehin auf Bildung complexer Moleküle, also auf Ansammlung vorräthiger Arbeit gerichtete Wirksamkeit derselben durch Reiz gesteigert wird, während beim Nerven Zersetzungen stattfinden, in Folge deren er von der Ganglienzelle aus functionsfähig erhalten werden muss.

In der Wahrnehmung Laborde's, dass die Reizbarkeit der Rückenmarksstränge um so geringer wurde, je entfernter von den Wurzelfasern man reizte, gibt sich auch eine gewisse Inconstanz des Ergebnisses kund und hiezu kommt noch, dass — wie L. selbst betont — die Wurzelfasern in den erwähnten Strängen nicht mit Sicherheit von der Reizung auszuschliessen sind. Unter den erwähnten Versuchsbedingungen mochten übrigens auch die Wurzelfasern und die Rückenmarksstränge hyperästhetisch, dagegen die Schnittfläche der grauen Substanz unerregbar sein.

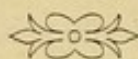
Was die Methode, welche ich in meinen Experimenten weiters befolgte, anbelangt, so mögen zunächst letztere selbst darüber Aufschluss ertheilen; ich werde sie an anderer Stelle noch mit einigen Worten berühren.

Unmittelbar die Grosshirnhemisphären betreffende Versuche anzuführen, halte ich für um so weniger nothwendig, als erstere ja seit Frisch und Hitzig mit Vorliebe zum Gegenstande der Forschung gemacht worden sind. Es ist bekannt, dass selbst durch gänzliche Entfernung derselben der Bewegungsmechanismus der Thiere gar nicht gestört erscheint und auch die vegetativen Functionen regelmässig weiter verlaufen; bloss bezüglich der Spontaneität der Bewegung und der Nahrungsaufnahme ist dann — abgesehen von der psychischen Function im allgemeinen — ein entschiedener Verlust wahrzunehmen. Der Einfluss der Hemisphärenrinde auf die Motilität ist jetzt ziemlich genau bekannt. Die Bewegungsfähigkeiten der caudalwärts gelegenen Theile werden hier in ihren feineren Abstufungen und Details combinirt und gelangen als Willkür-Acte zur Erscheinung. In die verschiedenen Theorien, die man zur Erklärung dieser Function aufgestellt hat, braucht hier nicht eingegangen zu werden. Der Einfluss derselben bei den durch Verletzungen des Hirnstammes bewirkten Erscheinungen dürfte auch ohne nähere Einsicht in seinen Ursprung und sein Wesen genügend gewürdigt werden können.

Bloss meiner speciell auf das Ammonshorn bezüglichen Versuchsergebnisse glaube ich kurz erwähnen zu müssen. Denn einerseits ist dasselbe, soviel mir bekannt, noch nicht speciell zum



Versuchsobject gemacht worden; andererseits wurde auf Grund patholog.-anatomischer Befunde (Meynert's, die später für viele Fälle auch von Laufenaueer in Budapest bestätigt worden sind), die Vermuthung ausgesprochen (Benedikt), dass dieser Theil der Hemisphären die Motilität wesentlich beeinflusse. — Er sollte ein vasomotorisches Centrum des Gehirns darstellen und als solches beim Zustandekommen von Krämpfen, Schwindel und Bewusstseinsstörungen — insbesondere Epileptischer — eine wesentliche Rolle spielen. — Nach keiner von den Verletzungen, die ich an den verschiedenen Partien eines oder auch beider Ammonshörner vornahm, vermochte ich je irgend eine Störung an den Thieren wahrzunehmen. — Sie fühlten die Verletzung augenscheinlich gar nicht und genasen vollständig, wenn sie nicht nachträglich getödtet wurden. — Um einen constanteren Reiz anzubringen, zog ich einen Faden durch den dicken oberen Theil beider Ammonshörner und liess denselben darin liegen. Am 2.—3. Tage verloren die Thiere (Kaninchen) ihre gewöhnliche Lebhaftigkeit, ohne sonstige Abnormitäten zu zeigen, und wurden nach (6—7) Tagen todt gefunden. — Bei der Section fand ich den Stichkanal von einem blassgelben Hofe umgeben, den Faden von gelblichgrünem Eiter und hiemit gemischter bräunlicher Substanz bedeckt, die Hornhäute getrübt, das Herz zusammengezogen, das Blut geronnen; in den Lungen acutes Oedem. — Sowohl aus den Versuchen in Betreff künstlicher Epilepsie durch Rindenreizung, als auch aus den klinischen Erfahrungen dürfte sich die Wahrscheinlichkeit ergeben, dass in den letzterwähnten Versuchen epileptischer Zustand nach einigen Tagen aufgetreten und zur Todesursache geworden sei.





## I. Versuche zur Ausschliessung der Hemisphärenfunction und daran geknüpfte Bemerkungen.

Versuch Nr. 1. *Exstirpation der Grosshirn-Hemisphären mit nachherigen Durchschneidungen der Sehhügel.*

a) Exstirpation der Grosshirnhemisphären: Bewegungsfähigkeit fast ungestört; auch allg. Krämpfe können noch entstehen. —

b) Durchschneidungen der Sehhügel: Störung der Bewegungskoordination, Abnahme der Athem- und Pulsfrequenz und aller übrigen Functionen. — Nach geringer Verletzung des vorderen Theiles der Med. obl. sofortiger Tod. —

Halberwachsenes Kaninchen. Die Hirnschale wurde in entsprechender Ausdehnung abgehoben, der — vorher doppelt unterbundene — grosse Sichelblutleiter durchschnitten und

a) die Grosshirnhemisphären mit einem kellenförmigen Instrument schichtenweise abgetragen, wobei die Blutung mittelst Eisenchloridlösung sich leicht bekämpfen liess. — Bei Verletzung der vorderen Hälfte begann das Thier in normaler Weise zu kauen, ohne sonst durch irgend ein Zeichen Empfindung zu verrathen. Auch bei Berührung des dicken oberen Theiles des Ammonshornes äusserte das Thier keine Spur von Empfindung. Als endlich die Hemisphären bis zu einem geringen in die Riechlappen übergehenden basalen Reste, welcher zurückblieb, entfernt waren und Sehhügel und Vierhügel sammt dem den dritten Ventrikel bedeckenden pulsierenden Adergeflechte entblösst lagen und das Thier losgebunden wurde, machte dasselbe zunächst eine kräftige Bewegung, blieb aber dann ruhig und in normaler Körperhaltung auf seinem Platze, bis es nach 2—3 Minuten behufs Zählung des Pulses berührt wurde. — Es lief nun bis auf mehrere Schritte Entfernung, wobei es von der geraden Richtung etwas nach links abwich, stiess dort an einen Gegenstand und stand still. Die Ohren sind blass, auf starkes plötzliches Geräusch macht das Thier einige Schritte, ebenso auf Anblasen; ein vor der Operation von ihm abgegangenes Kügelchen



Darmkothes, welches ihm während des Gehens an einen Fuss geklebt war, schüttelt es ab; wird ein Ohr oder die Haut irgendwo — an den Extremitäten, wie am Körperstamm — gekneipt, so entflieht es in der entgegengesetzten Richtung; will man den Kopf fassen, oder drückt man auf die Zehen, so geht es rückwärts. Vor dem den Augen genäherten Finger schliessen sich die Lidspalten. Einmal machte das Thier selbst, ohne eine von uns wahrgenommene Einwirkung, mehrere Schritte und zwar nach links von der geraden Richtung abweichend. — Stets aber sind die Bewegungen sicher und vollkommen zusammenstimmend. Von selbst frisst das Thier nicht, wird ihm das Futter bis in den hinteren Theil des Mundes geschoben (Hafer), so kaut es durch einige Augenblicke. — Pupillen von etwa normaler Weite; Athmung 80, Puls 210 in der Minute (vor der Operation erstere 80—110, letztere 300—260). Manchmal ist Schwirren der Haut zu fühlen (Frostempfindung).

Während der nächsten 4 Stunden trat keine Aenderung in dem eben beschriebenen Zustande ein. — Nach Ablauf dieser Zeit ergriff ich das Thier, um es behufs näherer Untersuchung auf den Tisch zu bringen. Da machte es in meinen Händen so kräftige und zweckmässige Bewegungen, um zu entfliehen, dass es ihm gelang zu entschlüpfen und aus der Höhe von etwa  $3\frac{1}{2}$ —4 Fuss auf den Boden zu springen. — Hierauf aber folgten unmittelbar einige krampfhaft-heftige Zuckungen des ganzen Körpers, nach deren Aufhören der Hals noch durch 2—3 Minuten nach rückwärts gezogen und die Extremitäten steif ausgestreckt blieben, mit Ausnahme des rechten Hinterfusses, dessen Schenkelbein beim Hinabspringen gebrochen war. — Dabei hatte das Thier die Lidspalten offen, welche sich jedoch bei Berührung schlossen, während sich zugleich die Extremitäten stärker streckten. — Athmung 80 und tiefer oder angestrenzter erscheinend, Puls 240. Etwas später richtete sich das Thier, in Folge einer Berührung, aus der Seitenlage auf und blieb in der normalen Stellung des Kaninchens mit unter dem Leibe gehaltenen Füßen ruhig, bloss gegen die Seite des gebrochenen Schenkels hin etwas geneigt.

Eine Viertelstunde später trennte ich den noch übrigen Theil des Stirnhirns sammt den Riechlappen vom Hirnstamme durch einen Schnitt ab, welcher die Basis 3 Linien (""') vor dem Chiasma nerv. opt. traf. Das Thier schien hievon nichts zu fühlen und in seinem Benehmen trat während der nächsten Viertelstunde keine merkbare Veränderung ein.



b) Nun wurde das vordere Ende der Sehhügel 1''' vor der Commissura moll. in der Weise abgeschnitten, dass der Schnitt an der Basis gerade auf das Chiasma traf. Einige Sekunden blieb das Thier ruhig wie zuvor, dann streckten sich plötzlich die 3 unverletzten Extremitäten, der Kopf wurde stark nach rückwärts gezogen, der Körper wälzte sich 2—3mal um seine Längsaxe nach rechts; noch etwa 1 Viertelstunde hindurch blieben die Extremitäten steifer, geriethen jedoch bei starken Geräuschen und bei Berührung in rasche Bewegungen. — Athmung jetzt 100, Herzschlag 200. Auch der Kopf blieb mehr nach rückwärts gehalten, ja auf stärkeres Kneipen erfolgte noch einmal Umwälzen des Körpers. Dann verlor sich allmählig die Spannung der Extremitäten, während der Kopf die eben angedeutete Position beibehielt. — Das Thier blieb jedoch ruhig und versuchte es nicht mehr sich zu erheben.

25 Minuten nach der letzterwähnten Verletzung machte ich von der Mitte der oberen Fläche der Sehhügel aus einen Schnitt durch diese letzteren, welcher durch die weiche Commissur gehend an der Basis gerade hinter das Chiasma traf. Der Kopf behielt seine bisherige Stellung bei, die Vorderfüsse streckten sich wieder gespannt aus, Stamm und Hinterfüsse blieben schlaff. Die Empfindung schien an der Schnauze stumpfer, an allen übrigen Theilen lebhaft. Beim Kneipen der Ohren kommt eine der willkürlichen ähnliche Bewegung des Halses und Kopfes zustande, stört man das Thier nicht, so bleibt es bewegungslos, gleichsam schlafend. Athmung 64, Herzschlag 148; zwanzig Minuten später erstere 44, letzterer 140.

Nun wurde ein Schnitt gemacht, welcher oben unmittelbar vor dem Vierhügel begann, an der Basis hinter dem Tuber cinereum endete und natürlich auch die Hirnschenkel gänzlich durchtrennte: Harnentleerung; der Kopf wird auf einen Moment stärker nach rückwärts gezogen, die Extremitäten — mit Ausnahme der gebrochenen — gerathen auf etwa 1 Minute wieder in starre Streckung, in der Muskulatur des Stammes zeigen sich einige kurze Zuckungen; dann erfolgt völlige Erschlaffung des ganzen Körpers. Athmung und Herzschlag  $\frac{1}{2}$  Stunde nach dieser Verletzung 24 resp. 100—110 und sehr schwach. Auf Reizung treten auch jetzt noch Bewegungen auf. Nun endlich stach ich mit einer zwischen Kleinhirn und Vierhügel durchgeführten Nadel in die Medulla oblongata. Diese Verletzung erwies sich bei der Obduction als ein der Dicke der Nadel entsprechender Stichkanal, welcher an der Innenseite des linken Crüs



cerebelli ad pontem abwärts dringend, 1''' hinter der Brücke und ebensoweit von der Mittellinie nach links die Hirnbasis erreichte: Fast im selben Momente hörte die Athmung auf; der Herzschlag dauerte noch durch kurze Zeit fort; die Extremitäten näherten sich einander, indem zugleich die gleichnamigen ihre Spitzen kreuzten; dann erschlaffte der ganze Körper und bloss wenn die Muskeln selbst gedrückt wurden, konnte noch 2—3 Minuten hindurch je eine kurze Bewegung an den Extremitäten hervorgerufen werden; am längsten an den vorderen.

Bei der Obduction fand sich ausser den beschriebenen Verletzungen Blutarmut (in Folge der Durchschneidungen des Hirnstammes), Lunge normal, Herz schlaff, das noch vorhandene Blut geronnen; Harnblase und Mastdarm leer.

In diesem Falle hatten wir keine Temperaturmessungen vorgenommen. Wir thaten dies aber in einem ähnlichen Versuche an einem halberwachsenen Kaninchen, welchem gleich anfangs die ganze Hemisphärenmasse abgenommen worden war; oben blieb vor der Commissura mollis bloss 1''' dicker Theil der Hemisphärensubstanz zurück, an der Basis war letztere 1½''' vor dem Chiasma durchtrennt.

Die Erscheinungen waren nahezu dieselben, wie im vorigen Falle. — Nur hielt das Thier die Augen meist fast ganz geschlossen, dass bloss eine schmale Spalte zwischen den Lidern blieb; ferner wich es im Gehen durch einige Zeit von der geraden Richtung nach rechts, dann aber nach links ab. — Die Athmung sank innerhalb einer Stunde von 92 auf 68. Während der Operation und auch gleich nach derselben entleerte es einige Darmkoth-Kügelchen. — Die Temperatur, welche vor der Operation 40.2 unter der Haut der Schenkelbeuge betragen hatte, war bereits 5 Minuten danach auf 35.5 gesunken, erhob sich aber während 1 Stunde auf 37.3. (Alle Temperatur-Angaben nach der Scala von Celsius). Dann musste die Beobachtung unterbrochen werden.

Versuch Nr. 2. *Partielle Durchschneidung der Hemisphären vor den Sehhügeln.*

Vorübergehende Hyperämie und Hyperästhesie des Kopfes und der Ohren. Störung des Intellectes bezüglich der Nahrungsaufnahme. —

Bei einem anderen Kaninchen, dem ich den Stirntheil jeder Hemisphäre für sich — aber unvollständig — durchschnitt, so dass innen und aussen jede Hemisphäre mit ihrem Sehhügel noch



verbunden war, obwohl die Verletzung beiderseits bis zur Basis (2''' vor dem Chiasma) durch die Corp. striata drang, trat sofort Hyperästhesie des ganzen Kopfes auf, der sich, ebenso wie die stark injicierten Ohren, ganz warm anfühlte. — Bei jeder Berührung des Kopfes und insbesondere der Ohren zuckte das Thier zusammen, ausserdem niesste es spontan und rieb sich mit den Vorderpfoten die Schnauze. Nach einigen Minuten hörten diese Erscheinungen auf und das Thier erschien ganz normal, nur konnte man es leichter fangen, das ihm dargebotene Futter schien es nicht zu bemerken, brachte man es jedoch mit seinem Munde in Berührung, so begann es zu kauen, hörte aber bald wieder auf, indem es gleichsam vergass, dass es im Munde noch Futter hatte.

Nach 8 Tagen wurde es ganz abgemagert in sitzender Stellung todt gefunden. — Die Verletzung hatte von oben stattgefunden.

Versuch Nr. 3. *Trennung des unteren Theiles der rechten und fast gänzliche der linken Hemisphäre von den Sehhügeln.*

Betäubung, Pupillenerweiterung, Hyperämie der Ohren, Sehstörung, vorübergehende Manöverbewegung und Fallen nach rückwärts.

Bei noch einem anderen Kaninchen, wo von der linken Seite aus ein senkrechter Schnitt die ganze linke und den inneren unteren Theil der rechten Hemisphäre — entsprechend der senkrechten Ebene des ebenfalls durchtrennten hinteren Randes des Chiasma n. o. — vom Sehhügel absonderte, trat Betäubung und Pupillenerweiterung mit Injection der Ohren und Kothentleerung ein. (Die Lam. perf. ant. war gänzlich durchschnitten, ebenso auch der hintere Theil des linken Corp. striatum; der rechte Peduncul. cerebri war unverletzt, vom linken bloss ein äusseres Bündel von 1.5''' Stärke übrig.) Den etwas empfindlicheren Kopf hielt das Thier nach links, beschrieb aber im Gehen Kreise nach rechts; den linken Vorderfuss setzt es weniger stark nach vorwärts als den rechten. — Es stösst an die Wand an, Athmung  $\frac{3}{4}$  Stunden nach der Verletzung 80, Herzschlag 130; es tritt noch eine reichliche Kothentleerung ein. — Von nun an beschreibt es nicht mehr Kreise, sondern läuft nach allen Richtungen umher. — Auch hielt es jetzt den Kopf gerade. Einmal erhob es sich auf dem Hintertheil und fiel nach rückwärts. — Die Beobachtung wurde der Nacht wegen unterbrochen. Am anderen Morgen fand ich das Thier todt. — Schwirren der Haut als Ausdruck von Frostgefühl war ebenfalls durch einige Zeit beobachtet worden.



Versuch Nr. 4. *Völlige Durchschneidung des Hirnstammes vor dem Vierhügel.*

Gänzliche Erschlaffung nach rasch verschwundenem Krampfzustande; Abnahme der Athem- und Herzbewegung, sowie aller übrigen Functionen bis zum Tode.

Erwachsenes Kaninchen. Nach Unterbindung der A. carotis externa und Resection des Proc. glenoid. sin. wurde mittelst eines hier eingeführten dünnen Scalpelles der Hirnstamm vor dem Vierhügel durchschnitten. Die Verletzung traf den Hirnstamm oben gerade an der Grenze zwischen Seh- und Vierhügel und endete an der Basis am hinteren Rande des Tuber cinereum.

Es erfolgte sogleich krampfhaftige Rückwärtsbeugung des Körpers und Streckung der Extremitäten; der erstere erschlaffte unmittelbar darauf, die letzteren blieben noch 4 Minuten hindurch gespannt. Augen geschlossen, Pupille erweitert; Ohren durch einige Sekunden etwas blutreicher und wärmer; an der Schnauze fehlt die Empfindlichkeit, während sie an den übrigen Körpertheilen durch kurze Zeit merklich erhöht ist, dann aber allmählig unter das normale Mass sinkt und überhaupt stetig abnimmt. — Die Extremitäten und auch der ganze Körper können zwar durch Reizung (Kneipen) zur Bewegung veranlasst werden; diese ist aber stets eine ganz schlaaffe. Hebt man das Thier vom Tische auf, so hängen die nicht unterstützten Theile, der Schwere folgend, herab. Spontan bewegt sich das Thier gar nicht, so dass man es für todt halten könnte, wenn die Athembewegungen nicht noch fort dauerten. Gleich nach der Operation betrug die Frequenz dieser letzteren 80 (vorher 90), 25 Minuten später 68, dann nach je 5 weiteren Minuten 60, 54, 48, von da an durch 3 Stunden unverändert 46—48; am Ende der 4. Stunde aber bloss 6, mit kurzer und oberflächlicher Ex- und Inspirationsbewegung und langen Zwischenpausen und jedes Einathmen mit geringer Erweiterung der Mundspalte verbunden. — In den folgenden 20 Minuten verlängerten sich die Pausen bis auf die Dauer von  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Minuten, und endlich hörte die Athmung ganz auf, nachdem der Kopf schon einige Zeit vorher die Empfindung gänzlich verloren. Auch die Respirationsgrösse wurde in diesem Falle mit einem einfach construierten Hebelapparat gemessen: — Während sie vor der Operation 9''' betragen hatte, wies der Zeiger des Apparates in der ersten halben Stunde nach der Durchschneidung 6'', in der nächstfolgenden bloss 3''. Später war die Abnahme sehr gering, so dass die Athmungsgrösse am Ende der



3. Stunde noch immer 2''' ausmachte; als aber die Zahl der Athmungen von 46 abwärts sank, stieg jene anfangs auf 4''' und wurde dann sehr bald unmessbar gering. — Der Herzschlag, im Normalzustand 220—240 und während der Vorbereitungsoperation um 300 — betrug gleich nach der Durchschneidung des Hirnstammes 170, 25 Minuten später 156, nach weiteren 20 Minuten 136, 1 Stunde später 86, wobei es so lange blieb, bis die Athmung unter 46 zu sinken begann; nun sank auch die Frequenz des Herzschlages rasch abwärts, aber auch nach Aufhören der Athmung konnte die Herzaction mittelst Auscultation noch 5 Minuten hindurch wahrgenommen werden.

Während des ganzen Verlaufes wurden fibrilläre Muskelzuckungen, kurze geringe Zuckungen auch ganzer Muskeln und selbst einzelner kleinerer Muskelgruppen beobachtet, welche bald hier, bald dort, am Stamme und an den Extremitäten auftraten, ganz ähnlich jenen, welche man in grösserem Masse bei Vergiftung dieser Thiere mit Physostigmin (weniger nach Curare) zustande kommen sieht. — Auch diese Erscheinung war anfangs grösser und wurde später immer schwächer.

Sectionsbefund: Pupillen erweitert (wie während des ganzen Verlaufes), Lungen normal, Herz schlaff, und mit theils flüssigem theils locker geronnenem Blute gefüllt; im Mastdarm eine grosse Menge Kothballen, in der Blase wenig Harn; an der Hirnbasis eine dünne Schichte geronnenen Blutes.

#### Versuch Nr. 5. *Abtrennung der vorderen unteren Sehhügelhälfte vom Hirnstamm.*

Vorübergehender Krampfzustand, Drehung um die Längsaxe; Gurren der Gedärme, dann allg. Erschlaffung und Abnahme der Functionen; Lähmung der Zunge und Kaumuskeln.

Junger Hund. Die Durchschneidung des Hirnstammes geschah ohne Voroperation und fiel so aus, dass der Schnitt die Sehhügel von vorne und oben nach hinten und unten durchsetzte und an der Basis gerade vor dem vorderen Rande der Brücke endete. — Zugleich gieng er auf der linken Seite durch etwas höhere Schichten des Sehhügels, als auf der rechten, so, dass vom rechten Sehhügel ein grösserer Theil mit dem übrigen Hirnstamm in Continuität blieb, als vom linken. — Sogleich wurde der Kopf nach rechts und hinten gezogen, die Extremitäten streckten sich aus, die Gedärme gurrten deutlich hörbar. — Nach kurzer Zeit erschlaffte dann der



ganze Körper; er hatte sich vorher noch — ohne besondere Heftigkeit — zweimal um seine Längsaxe gedreht (gewälzt). Der Mund blieb halb geöffnet, die Zunge hing nach der Seite heraus, auf welcher das Thier lag. Die Augen blieben nur noch einige Zeit empfindlich, und zwar das rechte länger als das linke; die Nickhaut bedeckt  $\frac{1}{4}$  der Bulbi, die Pupillen sind erweitert. Von den Augen nach hinten zu ist die Empfindung überall deutlich vorhanden; bloss auf Reizung treten Bewegungen auf, und zwar ganz einfache und schlaffe. Die Athmung, vor der Operation im Ruhezustand, nach dem Füttern 60, 13 Minuten nach der Verletzung 36; der Herzschlag (früher 200—220) jetzt 144. Während der folgenden Viertelstunde kurze Zuckungen einzelner Muskeln und Muskelbündel, bedeutende Abnahme der Empfindung. Nach einer weiteren Viertelstunde wurde behufs Untersuchung der Darmperistaltik die Bauchhöhle eröffnet, wobei das Thier keinerlei Zeichen der Empfindung und des Widerstandes äusserte und die Athmung 36, der Herzschlag 180 betrug. 2—3 Minuten später bog sich ohne irgend eine bemerkbare Ursache der Kopf nach rechts, der Mund öffnete sich stärker, gleichsam zum Gähnen, es entstand bei jeder Expiration ein schwacher Ton, der später immer mehr zu einem blossen Geräusch wurde und bald aufhörte. Unterdessen war die Athmungsfrequenz auf 8—6 Züge gesunken, die anfangs tiefer, dann bald sehr oberflächlich wurden, und wobei eine geringe Erweiterung der Mundspalte jede Expiration begleitete. — Der Herzschlag war jetzt nur durch Auscultation wahrnehmbar, seine Frequenz 24. Endlich waren bloss noch 3 Expirationen sichtbar, ohne entsprechende Inspirationen; Herzschlag 12, dann unregelmässig: Unterbrechungen von der Dauer von 3—4 Schlägen, worauf wieder 4—5 Contractionen folgten; 65 Minuten nach der Durchschneidung des Hirnstammes hörte auch dieser auf. Schon  $\frac{1}{4}$  Stunde später war der Nacken todtenstarr und rasch abwärts schreitend verbreitete sich die Starre bald über den ganzen Körper.

#### 6. Bemerkungen über diese Versuche.

Bezüglich der im Obigen beschriebenen Erscheinungen nach völliger Durchschneidung des Hirnstammes (oder auch nur seiner grauen Substanz) sei gleich hier betont, dass der in solchen Fällen immer binnen wenigen Stunden eintretende Tod, fast augenblicklich oder doch höchstens nach wenigen Minuten erfolgte, — wenn vor



oder nach der Durchschneidung der hintere Hirnstamm (seine graue Substanz) an irgend einer Stelle, auch nur im geringen Masse, verletzt wurde. — Selbst Verletzungen des Rückenmarkes hatten dann diesen Erfolg. Ebenso wirkte auch die Durchschneidung der Nn. vagi am Halse. Allerdings muss man hier mit dem durch die frühere Verletzung bewirkten Shock rechnen.

Ferner ist noch hervorzuheben, dass die Athmungs- und Herzbewegungen, nachdem ihre Frequenz bis auf etwa die Hälfte des normalen Masses herabgesunken, längere Zeit in diesem Zustande ausharren und erst dann gänzlich zur Neige gehen.

Aus den in obigen Versuchen beschriebenen Erscheinungen dürfte man zunächst die bereits bekannte Anschauung über den Charakter des Einflusses, den die Hemisphären auf die Centralstellen des Hirnstammes und Spinalmarkes üben, resp. auf die Erscheinungen, welche wir durch Verletzungen dieser letzteren Theile des Nervensystems erhalten werden, — vollkommen bestätigt finden. Es bleiben nämlich in dem der Hirnhemisphären beraubten Hirnstamme augenscheinlich alle Bedingungen zur zweckmässigen Function im Bereiche der animalen sowie der vegetativen Muskulatur, der Sinnes- wie auch der übrigen Organe, vorhanden; und bezüglich der Intensität und Extensität der Bewegungsinnervation sahen wir auch deren höchsten Grad, den allgemeinen Krampfzustand, noch eintreten. Nur sind die Bewegungen solcher Thiere nicht mehr auf einen entfernten Zweck gerichtet; es fehlt ihnen hiezu die leitende Einsicht, resp. das Sinnesorgan, aus dessen Function diese Einsicht hervorgeht. Dagegen beobachteten wir schon nach Abtrennung eines verhältnismässig kleinen vordersten Theiles der Sehhügel hochgradige Störungen der bis dahin so zusammenstimmenden Functionen der animalen Muskulatur, und als die vordere Hälfte der Sehhügel dem Hirnstamme entzogen wurde, auch Störung der Athmungs- und Herzthätigkeit. Bewegungsfähigkeit blieb auch dann noch zurück, wenn die ganzen Sehhügel vom hinteren Hirnstamme getrennt waren, aber sie zeigte sich an Ex- und Intensität, sowie an Coordination, bedeutend geringer.

Es zeigte sich, dass der letztere Centraltheil die Athmungs- und Herzfunction bloss auf der Hälfte ihrer normalen Frequenz und überhaupt kaum länger als 2—3 Stunden zu erhalten vermochte. — Der Einfluss gewisser Rindenfelder auf diese rhythmischen Thätigkeiten, den Landois und Eulenburg, sowie Balogh K. fanden, dürfte sich gegenüber dem durch den Sehhügel diesbezüglich



ausgeübt, ebenso verhalten, wie der Einfluss aller übrigen bekannten motorischen Rindenfelder zu jenem, den die Sehhügel auf die animale Muskulatur zeigen.

Die vorübergehende Hyperämie des Kopfes und der Ohren, nach unvollständiger Abtrennung der Hemisphären von den Sehhügeln, könnte entweder als Folge von Reizung gefässerweiternder Nerven, oder als Folge plötzlicher Verminderung eines normalen Erregungszuflusses zu den im Hirnstamm gelegenen Centren der Vasoconstrictoren betrachtet werden. Für letztere Annahme spricht die Aeusserung von Frostgefühl, welche auch bei den intercraniell operierten Thieren auftrat. — Dagegen lässt die Zweifelhaftigkeit der Existenz von gefässerweiternden Centren und Nerven die erstere Annahme weniger entsprechend erscheinen. — Dass sich nach Entfernung des Grosshirns nicht ebenfalls Gefässerweiterung in jenen Theilen einstellt, wäre aus dem Herandringen der kalten Atmosphäre an den Hirnstamm (als einem intensiven Reize), ferner aus dem doch ziemlich starken Blutverlust und der ausgedehnten Verletzung des Schädeldaches erklärlich.

Die Krampfbewegungen und der durch einige Zeit dauernde tetanische Zustand (der Extremitäten) des seiner Hemisphären beraubten Thieres, nach der durch das Herabspringen bewirkten Erschütterung, dürften wohl ebenfalls zum Theil dem Unterbrochensein eines von den Hemisphären zum Hirnstamm fliessenden Erregungsstromes zur Last fallen. — Es ist ja bekannt, dass Reflexbewegungen durch die Grosshirnhemisphären, resp. durch die psychische Thätigkeit, unterdrückt und verlangsamt werden.

„Die von einem sensiblen Nerven ausgelösten Reflexe können durch Reizung eines anderen empfindenden Theils des Nervensystems gehemmt werden. Auch die hemmende Wirkung des Grosshirns ist wahrscheinlich hierauf zurückzuführen“ — sagt Wundt. Man wird aber wohl auch mit dem Ausbreiten der Erregung auf grössere Gebiete, auf deren unzählige Formelemente, zu rechnen haben, da hiebei Zeit und Kraft verbraucht werden muss. Wundt führt die im letzterwähnten Falle stattfindende Abnahme der Erregung auf die von ihm sogenannte „Disgregations- oder negative Arbeit!“ zurück und spricht — so wie Munk — von einer Aufstapelung der Arbeit in Form von Stoffablagerung, wie sie von vegetativen Formelementen bewirkt wird. In dieser Arbeitsleistung oder Arbeitsbindung jedoch dürften wir nicht den wirklichen Hemmungseinfluss der Hemisphären vor uns haben. Vielleicht fällt die



wirkliche reflexhemmende Wirkung mit dem Einfluss auf die Gefässcentren des Hirnstammes zusammen: denn die entschieden anregende Function der Hemisphären wird einerseits durch die für alle Intensitätsgrade der Muskel-Actionen ausreichenden Willensimpulse documentiert, andererseits ist sie als solche bekanntlich auch experimentell nachgewiesen worden. Und man kann wohl einem anregend wirkenden Organ nicht ohne Weiteres auch hemmenden Einfluss zuschreiben, ausser man stellt sich etwa vor, dass jenes Organ irgend einen Endapparat erzeuge, welcher durch Beschränkung und Aufhebung des Stoffwechsels die Hemmung bedingt (Gefässe), oder dass es fallweise auch antagonistisch sich verhaltende Körpertheile (besond. Muskelgruppen) gleichzeitig in Thätigkeit zu setzen vermöge.

Auch die nach Abtrennung nur einer Hemisphäre eingetretene Manège-Bewegung endlich, scheint zum Theil mit der Wirkung der Hemisphären auf Centren für Vasoconstrictoren zusammenzuhängen. Sie fand gegen die Seite des undurchschnittenen Hirnschenkels, also der noch vorhandenen Wechselwirkung zwischen Hemisphäre und Hirnstamm, statt. Nun ist aber jedenfalls diejenige Muskulatur thätiger, welche sich stärker zusammenzieht, also auch diejenige Körperhälfte die stärker functionierende, welche bei der Bewegung concav ist; und es ist bei vollständiger Abtrennung der einen Hemisphäre deutlich wahrzunehmen, dass diese Biegung des Körperstammes und nicht etwa unzweckmässiges Stellen der Füsse es ist, wodurch die Manège-Bewegung zu Stande kommt. Wenn in unserem Falle das Kreisen des Thieres nach der Seite des undurchschnittenen Hirnschenkels erfolgte, so widerspricht dies demnach der bezüglich pathologischer Zustände des Gehirns im allgemeinen gemachten Erfahrung, dass die von den Hemisphären auf den Körper ausgeübte Wirksamkeit — mindestens überwiegend — eine gekreuzte ist. Diese Erfahrung bezüglich des gekreuzten Einflusses der Hemisphären als giltig vorausgesetzt, könnte man nämlich dieses Kreisen des Thieres, z. B. nach rechts, nicht mehr einem erregenden Einfluss der rechten Hemisphäre auf die Muskulatur zuschreiben. Oder sollte das Auftreten gekreuzter Erscheinungen bei Läsionen einer Hemisphäre etwa der Verminderung, resp. dem Wegfall des Einflusses derselben, also der Verminderung des die Reflexe hemmenden und vielleicht hiemit zusammenfallend — des die vasomotorischen Centren des Hirnstammes anregenden



Einflusses zuzuschreiben sein? In dieser Weise wäre das rasche Aufhören der Manège-Bewegung und das später erfolgte Auftreten von Krämpfen, die den Tod herbeiführten (was die weiteren Versuche zeigen werden), allerdings ebenfalls erklärlich.

Jedenfalls darf man andernteils nicht übersehen, dass die Grosshirnhemisphären auch mit Centraltheilen in Verbindung stehen, die nicht Gefässcentren sind, und dass jede derselben auf beide Körperhälften einwirken kann. — Die Erklärung des den Ablauf der Reflexe verlangsamenden und hemmenden Hemisphäreneinflusses durch vasomotorische Kräfte scheint aber auch für die durch Druck auf eine Hemisphäre (z. B. mittelst eines zwischen die Hirnhäute und die Hirnschale gebrachten Pressschwammes) hervorgebrachte, ebenfalls nach der gesunden Seite hin erfolgende Manège-Bewegung, zu gelten, ja hierin sogar eine Stütze zu finden. Denn die gedrückte blutärmere Hemisphäre kann wohl nicht die intensiver wirkende sein.

Hier sei auch der Laminaria-Versuche von Adamkiewicz gedacht, weil dieser Autor an den dem Drucke ausgesetzt gewesenen Stellen der Hemisphären Erweiterung der Capillaren beobachtet hat. Es erscheint ganz verständlich, dass ein durch Druck auf ein kleineres Volumen zusammengepresstes und saftarm gewordenes Organ, während der Wiederannahme des früheren Raumes bei auch nur einiger Elasticität, zumal solange es noch nicht gleichmässig mit Gewebsflüssigkeiten wieder erfüllt ist, Erweiterung der Gefässe aufweisen kann. Hieraus wird aber nicht zu schliessen sein, dass die Gefässe auch während der Dauer des Druckes erweitert waren und mehr Blut enthielten als im Normalzustande. Schon das Aermerwerden an Gewebsflüssigkeit überhaupt wird mit einer Verringerung der Functionsfähigkeit verbunden sein. Dagegen kann wohl der Reiz, welchen der Fremdkörper auf die Hirnoberfläche ausübt, einigermassen auf das Gefässcentrum der betreffenden Seite erregend wirken und dadurch sogenannte Hirndrucksymptome als eine rein vasomotorisch bedingte Erscheinung hervorrufen, was auch für unter die Dura gebrachte fremde Flüssigkeiten gelten dürfte.

Wenigstens muss man zugeben, dass der directe, der erregende Einfluss der Hemisphäre und des Hirnstammes der gedrückten Seite geringer geworden sein könne und somit auch, dass hieraus ein Ueberwiegen der Functionen der anderen Seite hervorgehen mag. — Vielleicht wird uns die Untersuchung des Hirnstammes bessere Anhaltspunkte zur Entscheidung dieser Frage liefern.



Nach den durch die obigen Versuche gewonnenen Erfahrungen kann wohl kein Zweifel darüber obwalten, dass dem Ammonshorn die vermuthete Function als Gefässcentrum nicht zukomme. — Da nun zudem alle Hirnnerven aus dem Hirnstamme entspringen, resp. (wie der Seh- und Riechnerv) mit ihm in Verbindung stehen, so müssen wohl auch die vasomotor. Nerven für die Hemisphären aus ihm entspringen oder doch mit ihm in Verbindung gesetzt sein. Der Umstand, dass nach der Durchschneidung der Sehhügel in ihrer Mitte die Hinterbeine und der Körperstamm erschlafften, scheint darauf hinzudeuten, dass diese aus der vorderen Sehhügelhälfte beeinflusst werden. Die Wälzbewegung kann in unserem Falle durch den Bruch des Hinterschenkels und die dadurch bedingte unsymmetrische Wirkung der beiden Körperhälften auf die Unterlage hervorgebracht worden sein. — Ob die partielle Empfindungs- und Muskel-Lähmung, welche nach völliger Abtrennung der Sehhügel vom hinteren Hirnstamm eintrat (besonders auffallend und auch auf die Zunge sich erstreckend im Versuch Nr. 5), als Folge der Durchschneidung solcher Nervenwurzeln zu betrachten sei, welche aus der Sehhügelsubstanz zu den entsprechenden Nerven laufen, muss vorläufig dahingestellt bleiben, weil der Zustand des N. trigemin. bei der Section nicht berücksichtigt wurde. Die von Meynert entdeckten absteigenden Wurzeln der Hirnnerven machen eine solche Annahme jedoch wahrscheinlich. Der Sehhügel würde dann wenigstens zum Theil das Innervationscentrum der vordersten Körpersegmente, der vordersten Schädelwirbel (insoferne man die Schädelwirbeltheorie anerkennen will\*), nebst ihrem nicht zum Central-Nervensystem gehörigen Inhalt und ihren Anhängen, darstellen.

## II. Verletzungen der Sehhügel.

### a) Basaler Theil.

Versuch Nr. 6. *Linksseitige Verletzung der Lam. perforata anterior.*

Depression; Aenderung der Entleerungen, der Athmungs- und Herzbewegung; Pupillenerweiterung auf der entgegengesetzten Seite; Bewegung nach der vorletzten Seite hin; rascher Tod.

---

\*) Nach Wiedersheim ist das Kopf-Skelet aus Urwirbeln (Somiten) nach metamerem Modus entstanden. Die Zahl dieser Wirbel ist auf 9 festgestellt, keinesfalls ist sie nicht geringer, eher grösser.



Erwachsenes Kaninchen. Mittelst einer an ihrem Stiche eine Lanzenspitze tragenden Nadel wurde ein Stichkanal hervorgebracht, welcher unterhalb des Corp. striat. sin. einwärts laufend, die Hirnbasis dicht vor dem linken Tract. opt. erreichte und sich entlang desselben gegen die Mitte hin fortsetzte. Hier blieb die Lanzenspitze in einer durch sie gegrabenen, auf 1—2''' in die basale Hirnsubstanz eindringenden Rinne liegen.

Im Momente der Verletzung machte das Thier eine kleine Bewegung, dann blieb es in der normalen Ruhestellung unbeweglich, jedoch mit etwas nach links gehaltenem Kopfe. — Die Pupillen 5 Minuten hindurch erweitert. Athmung (vorher 80—90) jetzt 50, Herzschlag (vorher 240—250) 180. Am Kopfe, und zwar an den Kaumuskeln, ist ein fortwährendes Schwirren zu fühlen und häufig überlaufen Frostschauder den ganzen Körper. 10 Minuten nach der Verletzung wollte ich das Thier auf einen anderen Platz bringen, da trat, als ich es ergreifen wollte, eine reichliche Harnentleerung ein. — Dasselbe geschah auch schon eine Viertelstunde später in Folge desselben Reizes. Jetzt ist die linke Pupille normal, die rechte dagegen noch immer erweitert; die Ohren, von Anfang an stets blass, zeigen eine Temperatur von 32.2° C, während dieselbe vor der Verletzung 35.6 betrug. Unter der Haut der Schenkelbeuge ist die Temperatur um 3.3 geringer als vor der Verletzung. Auf Kneipen der Haut reagiert das Thier ziemlich lebhaft, ohne jedoch fortzulaufen, es macht höchstens 1—2 Schritte, wobei es stets nach links von der geraden Richtung abweicht. Futter nimmt es nicht, selbst wenn es ihm an den Mund gehalten wird. — Innerhalb der nächsten 5 Stunden änderte sich nichts. Nach 9 Stunden wurde es todt gefunden. Es lag wenige Schritte von dem Platze entfernt, wo es gelassen worden war und wo sich eine grosse Menge breiigen Darmkothes, wenige Kothknollen und viel Harn (zum Theil aufgetrocknet) vorfanden. — Der Leichnam war noch warm, aber schon ganz starr. — Sectionsbefund: Blut theils geronnen, theils flüssig; Herz contrahiert; Lunge normal. Die Leber und besonders die Gedärme und Nieren blutreich; im Dickdarm weicher Kothbrei, in der Blase etwa 60—70 gr Harn. In der Wunde Blutgerinnsel von dem beiläufigen Gesamtvolumen einer halben Erbse; Pupillen normal.



Versuch Nr. 7. *Verletzung des rechtsseitigen vorderen Theiles des Tub. cin.*

Depression; Gehen nach rechts, Frostschauder und Sinken der Temperatur. Aenderung der Entleerungen und der Nahrungsaufnahme; Abnahme der Athmung und des Herzschlages (vorwiegend der ersteren). Entwicklung von Kramp fzustand.

Mittelgrosses Kaninchen. Die Verletzung geschah in derselben Weise, wie im vorigen Versuche, jedoch ohne Lanzenspitze. — Der Stichkanal verlief an der Aussenseite des Corp. striat. dextrum in der Ebene der vorderen Schenkel des Fornix nach ein- und abwärts und erreichte die Hirnbasis am vorderen Rande des Tub. cin. (rechts), zugleich den rechtsseitigen Tractus optic. fast vollständig durchtrennend. Der vordere äussere Theil der Basalschichte des Tub. cin. zeigte eine, eben der Dicke der Nadel entsprechende, rinnenförmige Wunde; die Schädelbasis war von einer dünnen Schichte geronnenen Blutes überkleidet.

Das vorher sehr lebhaft e Thier wurde augenblicklich ganz ruhig. Die Athmungsfrequenz, welche vor der Verletzung 116—120 betragen hatte, war 2 Minuten danach 80, nach einer halben Stunde 68, stieg aber bei Reizung des Thieres auf 80. Die Herzbewegung früher nur 300, jetzt 180—200. Das Thier verlässt seinen Platz bloss, wenn man es kneipt oder starke Geräusche (Klatschen der Hände) in seiner Nähe macht.

Auch dann aber geht es bloss 1—2 Schritte und bleibt dann wieder still mit fest geschlossenen Augen in der normalen Ruhestellung, wobei nur der Kopf etwas nach rechts gehalten bleibt. Die Ohren bewegt es manchmal spontan. Die Gesichtshaut der rechten Seite erscheint etwas empfindlicher als normal. Schon von Anfang an war auch bei diesem Thiere das beim vorigen beschriebene Schwirren der Kaumuskeln und der Haut wahrnehmbar und die über den ganzen Körper sich ausbreitenden Frostschauder traten sehr häufig auf. Rechte Pupille erweitert und auf Licht nicht reagierend. Temperatur der Ohren vor der Operation 34.4, jetzt 33.2, unter der Haut der Schenkelbeuge vorher 39.8, jetzt 39.2; nach einer halben und dann nach 2 Stunden ebenso. — Hält man dem Thiere Futter an den Mund, so beginnt es zu fressen; indem es aber danach fasst, bewegt es den Kopf immer nach rechts daran vorbei, kann dem Vorgehaltenen nach keiner Richtung hin folgen, verliert auch das bereits im Munde Befindliche wieder und nimmt das den Mund nicht Berührende gar nicht wahr. —  $\frac{3}{4}$  Stunden nach der



Verletzung wurden normale Kothballen, einige Stunden später eine reichliche Menge Harns und weichbreiigen Darmkoths entleert. — In den folgenden 12 Stunden keine Aenderung. Nach weiteren 12 Stunden wurde im linken Ohr die Temperatur 32.5, im rechten 35.6 gefunden; die Athmungsfrequenz 48—46, die des Herzschlages 200. Das Thier ist lebhafter, leckt und reibt sich, frisst das an seinen Mund gehaltene Futter, geht aber auch jetzt höchstens auf 1—2 Schritte und nur in Folge von Reizung von seinem Platze. Da sich innerhalb weiterer 8 Stunden keine Aenderung dieses Zustandes wahrnehmbar machte, so wurde das Thier vorläufig zu anderen Kaninchen in den Hof gethan. 47 Stunden nach der Verletzung fand ich es auf dem Bauche liegend mit nach vorne ausgestreckten Vorderpfoten und stark nach rückwärts gezogenem Kopfe. — Athmung 15, Herzschlag 160; die geöffneten Augenspalten schliessen sich bei Berührung sehr träge. — Auf stärkeres Kneipen wird der Kopf mit grosser Gewalt nach weiter rückwärts und etwas nach links gezogen, das Thier fällt auf die Seite, kann sich nicht mehr erheben, und während es sich augenscheinlich bemüht, dies zu thun, treten einige Zuckungen der Rückenmuskeln ein. — 2 $\frac{1}{2}$  Stunden später war es bereits todt und erstarrt. Rechte Pupille noch immer so erweitert, wie während des Verlaufes; linke Pupille jetzt noch weiter als die rechte. — Blut theils geronnen, theils flüssig, Darm und Nieren etwas blutreicher.

Versuch Nr. 8. *Verletzung des Tub. cin.  $\frac{1}{2}$ ''' hinter dem Chiasma n. o.:*

Geringe Depression und geringe Verlangsamung von Athmung und Herzschlag (erstere vorwiegend); Manögebewegung bis zu Halbmesserdrehung; Störung der Sinneswahrnehmung; Frostschauder; krampfartige Galoppaufälle (schon 30 Minuten nach der Verletzung), dann partielle Krämpfe und endlich ganz epileptiforme Insulte mit völliger Empfindungslosigkeit und Scheintod.

Durchschneidung der oberen Sehhügelhälfte vor dem Vierhügel: Epileptiform. Insult, dauernder Tetanus der (bes. hinteren) Extremitäten, Tod unter Abnahme von Athmung und Herzschlag, besonders der ersteren.

Junges Kaninchen. Auf der rechten Seite einstechend verletzte ich das Tuber cinereum etwa eine halbe Linie hinter dem Chiasma n. o. Zugleich wurde — indem das Instrument gerade an der Hirnbasis eindrang — auch der rechte Tract. opt. durchtrennt. Die Wunde durchsetzte die unterste Schichte des Tub. cin. auf 1—1 $\frac{1}{2}$ ''' aufwärts und enthielt ein linsengrosses Blutgerinnsel; um sie herum, unter der Pia mater war nur sehr wenig Blut, welches daselbst eine



dünne blassrothe Schichte bildete. Der Hirnschenkel war nicht verletzt. — Das Thier blieb 1—2 Sekunden ruhig, dann erfolgte reichliche Entleerung von Harn und Koth und Fluchtversuche unter schmerzlichem Schreien. Losgelassen bleibt es jedoch mit etwas nach rechts gehaltenem Kopfe ruhig und mit dem Ausdrücke gespannter Aufmerksamkeit. — Rechte Pupille erweitert, Ohren blass und kalt; Athmung (vor d. V. 90—100) 80, Herzschläge (v. d. V. 280) 250. Durch starkes Geräusch erschreckt, läuft das Thier etwas später von seinem bisherigen Platze weg und zwar bald gerade aus, bald in mehr weniger engen Kreisen nach links, ja manchmal dreht es sich an ein und derselben Stelle nach links um sich selbst, d. h. um sein Hintertheil, bewegt sich also im engsten Kreise, den es überhaupt beschreiben kann. An Gegenstände, welche ihm im Wege stehen, stösst es an und bleibt dann einige Augenblicke stehen. — Am Kopfe ist fortwährendes Schwirren zu fühlen; der ganze Vorderkörper zeigt gesteigerte Empfindlichkeit. 10 Minuten nach der Verletzung beträgt die Athmungsfrequenz 64, die des Herzschlages 240; 20 Minuten später erstere 52, letztere 200. Um diese Zeit floh das Thier plötzlich, ohne irgend eine merkliche äussere Veranlassung, im raschesten Lauf von seinem Platze, sprang an der Wand, auf welche es traf, aufwärts, hiebei fiel es auf den Rücken und machte — indem es sich, wie es schien, nicht gleich auf die Füsse zu helfen vermochte — einige Zuckungen. —  $\frac{3}{4}$  Stunden nach der Verletzung war die Athmung 52, der Herzschlag 160; es wurden einige Knollen Darmkoths entleert. In der nächsten Viertelstunde trat noch ein dem oben beschriebenen ähnlicher, spontaner, fluchtartiger Anfall ein; weder später noch vorher gelang es, einen solchen Anfall künstlich, z. B. durch Erschrecken, herbeizuführen. Futter wird nicht genommen.

$\frac{3}{4}$  Stunden nach der Verletzung machte ich einen kleinen Schnitt in die Haut vor dem linken Ohre: Sogleich wurde der Kopf krampfhaft nach rückwärts und dann mehr nach links gezogen. Dieser Krampf hörte zwar nach kurzer Zeit auf, wiederholte sich aber schon 2 Minuten darauf, und zwar spontan und in stärkerem Masse, wobei das Thier auch umfiel, sich aber nach einigen Zuckungen schnell wieder aufrichtete und mit noch durch kurze Zeit nach rückwärts und etwas links gezogenem Kopfe ruhig blieb. Nach 1—1 $\frac{1}{2}$  Minuten langer Ruhe indessen, trat nun ein Anfall allgemeiner Convulsionen ein; nach einigen heftigen Zuckungen und unter weit hörbarem Zähneknirschen blieb der Hals und Körperstamm nach



rückwärts gebogen (Opisthotonus), der Kopf nach hinten gezogen, die vorderen Extremitäten starr nach vorwärts, die hinteren nach rückwärts ausgestreckt, die Augenspalten offen und empfindungslos, die Bulbi nach innen und abwärts gedreht, und zugleich spritzte der Harn weit heraus. Dann erschlaffte der ganze Körper vollständig und das Thier lag noch immer ohne Empfindung und Bewegung, scheinbar todt da.

Nach kurzer Zeit aber stellten sich oberflächliche seltene Athmungen ein, deren Frequenz rasch auf 80 stieg, während die des Herzschlages bloss 160 erreichte; zugleich kehrte auch das Zähneknirschen zurück und dauerte noch einige Sekunden.

Durchschneidung der oberen Hälfte der Sehhügel vor dem Vierhügel.

Durch Reizen der Gesichtshaut wurde in der nächsten halben Stunde noch einmal das krampfhaftes Rückwärtsziehen des Kopfes hervorgerufen; allgemeine Convulsionen traten nicht ein. — Am Ende dieser halben Stunde wurde ein Schnitt in den hinteren Theil der Sehhügel gemacht, welcher vor dem Vierhügel das obere Drittel des rechten und das obere und mittlere Drittel des linken Sehhügels in solcher Richtung durchsetzte, dass seine (gedachte) Verlängerung an der Hirnbasis den hinteren Rand der Tub. cin. traf. Die unmittelbare Folge dieser Verletzung war ein dem oben beschriebenen spontanen ganz ähnlicher Anfall von Convulsionen, Tetanus und todesähnlicher Erschlaffung. Das Erwachen aus letzterer begann mit dreimaligem gähnenartigen Oeffnen des Mundes, wobei einige kurze Athembewegungen eintraten. Die Frequenz der Athmung stieg dann rasch auf 114—120, die des Herzschlages betrug jetzt 240; aber zugleich streckten sich die Extremitäten senkrecht zur Axe des Stammes in krampfhafter Spannung aus und auch der Kopf wurde wieder rückwärts gezogen. Die Empfindung schien am ganzen Körper unvermindert, denn jede Berührung steigerte die Spannung der Extremitäten und bewirkte ein stärkeres Anziehen des Kopfes nach rückwärts und rechts. Dieser Zustand der Extremitäten dauerte noch 1 Stunde, nur an den Vorderpfoten zeitweise nachlassend oder aufhörend, am Halse bloss eine halbe Stunde. Unterdessen nahm die Frequenz der Athmung und des Herzschlages rasch wieder ab und ebenso auch die Intensität dieser Thätigkeiten. Eine Viertelstunde nach dieser partiellen Durchschneidung des Hirnstammes betrug die Zahl der Athemzüge 64, die des Pulses 200, nach weiteren 10 Minuten 40 resp. 160, dann nach je 5 Minuten 35, 144, 25 und 120.



Von nun an nahm bloss die Athmung stetig bis zum Tode — der  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach dem Schnitt eintrat — ab, während der Herzschlag stets 120 blieb, solange die Athmung noch dauerte. — Auch die Empfindung gieng immer mehr verloren, am längsten war sie an der rechten Vorderpfote nachweisbar. — Bei der Section fand sich das Blut geronnen, das Herz contrahiert, in den Lungen hochgradiges acutes Oedem. In der Blase etwa 15 gr Harn. Die rechte Pupille noch immer in demselben Grade erweitert, wie während des Verlaufes.

Versuch Nr. 9. *Mitte des Tub. cin. oberflächlich verletzt.*

Kurze Depression; Manège nach der stärker verletzten Seite; Sinken der Temperatur am Kopf, Frostschauer; 5—6 Stunden nach der Verletzung Kauanfalle, dann Anfalle von Trismus und Nackenkrampf; endlich Tetanus der Extremitäten, der Augenmuskeln, des Stammes und Tod. Pupillen nicht erweitert. Abnorme Entleerungen. Vorwiegende Verlangsamung des Herzschlages.

Halberwachsenes Kaninchen. Eine gewöhnliche Nähnadel wurde der Hirnbasis entsprechend horizontal von einer Seite zur anderen durchgestochen. Sie gieng durch das spitzauslaufende Ende beider Ammonshörner — links aber etwas höher als rechts — und durch die unterste Schichte des Tuber cinereum, welch' letztere sie im allgemeinen bloss auf  $\frac{1}{2}$ ''' von der Basis aufwärts durchtrennte, linkerseits etwas mehr als rechts, entsprechend dem nicht ganz genau horizontalen Laufe der Nadel. Die unterste Schichte des linken Hirnschenkels zeigte eine oberflächliche Abschürfung. — Die Nadel wurde stecken gelassen und da sie den Stichkanal vollkommen ausfüllte, so kam es auch zu keiner Blutung. (Bei der Section wurde hievon keine Spur gefunden, sondern bloss etwas graulichgelblicher Belag auf der inzwischen rostig gewordenen Nadel.)

Nach dem Einbringen der Nadel sass das Thier 3 Minuten hindurch ruhig, dann begann es umherzugehen, was bald geradeaus, bald in mehr weniger grossen Kreisen nach links stattfand. Hiebei konnte der Kopf nach beiden Seiten hin in scheinbar gleicher Weise bewegt werden. Gesicht und Gehör schienen nicht gestört zu sein; wollte man das Thier ergreifen, so lief es rascher in Kreisen nach links, oder auch mehr geradeaus. — Pupillen normal; Ohren blass; Temperatur in den letzteren vor der Operation 38.6, jetzt 32.5, unter der Haut der Schenkelbeuge 39.8, gegen früher kaum verändert. — Athmung und Herzschlag 80 resp. 240, wogegen



100—140 resp. 280—300 vor der Operation. — Etwa eine Stunde lief das Thier fast ununterbrochen umher, dann gönnte es sich auch Ruhe. Während 4 nun folgenden Stunden keine merkbare Veränderung, — nur wurde constatirt, dass kein Futter angenommen wird. — Später trat von Zeit zu Zeit, anfallsweise, spontan, lebhaftes Kauen ein, — etwa 5mal in den nächsten 10 Stunden. — Nach Ablauf weiterer 8 Stunden, während deren die Beobachtung unterbrochen war, fand ich das Thier in der normalen Ruheposition, aber sein ganzer Körper wurde von häufigen Frostschauern überlaufen und bevor ich noch zur näheren Untersuchung schreiten konnte, trat wieder lebhaftes Kauen ein. Zugleich aber erhob das Thier die Schnauze, den Kopf senkte es dabei krampfhaft nach hinten bis auf den Rücken, richtete sich auf, so dass es bloss auf den Hinterbeinen sass, dabei taumelte es und fiel endlich auf den Rücken. — Aber sogleich erhob es sich wieder und blieb dann durch 5 Minuten ruhig. — Dann erfolgte ein ganz ähnlicher Anfall und ebenso geschah dies während der folgenden halben Stunde, immer nach je 4—5 Minuten. Während des Rückwärtsschwankens fiel das Thier nicht immer auf den Rücken, sondern manchmal auch auf die eine oder andere Seite, indem es sich sichtlich bemühte, dem Zuge der tetanisch werdenden Nacken- (zum Theil wohl auch Rücken)muskeln zu widerstehen. — Athmungsfrequenz jetzt 120, die des Herzschlages bloss 144. Temperatur der Ohren 32, unter der Haut 36.

Nach 4stündiger Pause, während deren sich das Thier nur manchmal ganz ruhig auf ein und demselben Platze in der normalen Haltung nach links drehte und 2mal Harn entleerte, trat wieder ein Krampfanfall ein, und zwar ein stärkerer. Es gieng nicht blosses Kauen vorher, sondern starker Trismus mit von weitem hörbarem Zähneknirschen. Dieser hörte auch nicht mit den übrigen Erscheinungen des Anfalles auf, sondern dauerte noch 24 Minuten ununterbrochen fort; dann trat zunächst eine Pause von 5 und hierauf noch 2 von je 15 Minuten ein. Nach Ablauf dieser letzteren Viertelstunde wurde auch der Kopf wieder krampfhaft nach rückwärts gezogen, die Vorderfüsse streckten sich steif aus, das Thier fiel nieder, bewegte sich einige Augenblicke in convulsivischen Zuckungen, dann verfielen auch die Hinterfüsse in tetanische Streckung, während der Rücken seine gewöhnliche Convexität beibehielt, der Körperstamm also am Krampfe nicht mehr theilnahm. Die Extremitäten bildeten mit der Körperaxe rechte Winkel, wurden sie berührt,



so spannten sie sich stärker, kneipte man die Zehen, so erschlafften sie auf einen Moment. — Die Augen waren unterdessen fest geschlossen, die Pupillen dabei von normaler Weite, die Nickhaut deckte  $\frac{1}{4}$  des Bulbus, Athmung 80, Herzschlag 140. Nach einer Viertelstunde erschlafften die Nackenmuskeln, die der Extremitäten erst später, um jedoch nach kaum 4 Minuten langer Pause wieder steif zu werden, wobei sich die vorderen nach hinten, die hinteren nach vorne richteten, so dass ihre Zehen sich berührten. — 20 Minuten später änderten sie ihre Stellung in der Weise, dass alle 4 nach hinten zeigten. Athmung 60, Herzschlag 140. Von nun an verlor der Rücken immer mehr seine Convexität und als nach Ablauf von  $\frac{3}{4}$  Stunden die Beine endgiltig erschlafften, ohne jedoch ihre Erregbarkeit zu verlieren, war und blieb er ganz gerade. Die Athmung betrug jetzt 28, der Herzschlag noch immer 140. Während der folgenden Viertelstunde sank die Athmung auf 6 und war auch sehr oberflächlich; jetzt erfolgte auch rasches Sinken der Frequenz des zugleich unregelmässig werdenden Herzschlages; die Augenspalten schlossen sich nur träge, wenn sie berührt wurden. 4 Minuten später: Nach 2—3maligem Zusammenschauern des Körpers krampfhaftes Oeffnen der Lidspalten, so dass die oberen Lider ganz verschwanden und die Nickhaut den Bulbus ganz frei liess, zugleich Nystagmus. Während dieses Krampfes schlossen sich die Lider auch bei Berührung des Bulbus nicht, dann aber wohl. 4 Minuten später wiederholte sich diese Erscheinung, Athmung dabei 4, Herzschlag 56. Von nun an verlor der Körper seine Reizbarkeit; am längsten dauerte diese an den Vorderpfoten. Endlich, 30 Stunden nach der Verletzung, hörte nach 3 stärkeren Bewegungen die Athmung und bald darauf auch der Herzschlag auf. 2 Stunden später war die Todtenstarre bereits entwickelt.

Sectionsergebnis: Blut geronnen, Venen gefüllt, Herz contrahiert, Nieren kaum blutreicher, Blase leer (der Harn war vor dem Tode des Thieres abgegangen). Der [breiige Inhalt der dicken Gedärme etwas dünner als normal, im Mastdarm einige weiche Knollen Kothes.

Versuch Nr. 10. *Durchstechung der Sehhügel 1<sup>mm</sup> oberhalb der Basis entsprechend der Mitte des Tub. cin.*

Sehr starke Depression, rasches Sinken der Athmung und des Herzschlages und der Temperatur.

Vagus-Durchschneidung: Vorübergehende Beschleunigung besonders der Herzbewegung.



Mittelgrosses Kaninchen. Es wurde in der Weise mit einem  $\frac{1}{2}$ ''' dicken nadelförmigen aber stumpfen Instrument eingestochen, dass der Sehhügel in seinem unteren Viertel von einem der Dicke des Instrumentes entsprechenden Wundkanale durchbohrt war, der links gerade oberhalb der Spitze des Ammonshornes, rechts gerade unterhalb derselben sich in den Hemisphären fortsetzte. Auch im Sehhügel hatte demnach der Wundkanal eine geringe Neigung nach rechts. Er durchdrang die Masse des Tub. cin. in der Mitte zwischen dessen hinterem Rand und dem Chiasma n. o., im ganzen etwa 1''' über der Hirnbasis, und natürlich waren auch die Hirnschenkel entsprechend durchbohrt.

Nach einer im Momente der Verletzung gemachten Bewegung ist das Thier ganz still, erscheint aber auffallend deprimiert und unwohl. Der Kopf sinkt nach rückwärts und etwas links, die Vorderpfoten gleiten vorwärts, der Stamm lässt sich schlaff auf den Boden nieder, während die Hinterfüsse hinter dem Körper zurückbleibend auf den Kniegelenken ruhen. — In die normale Stellung zurückgebracht, bleibt das Thier in derselben, nur der Kopf weicht etwas nach links ab. — Die Vorderfüsse sind stärker gestreckt als gewöhnlich, aber nicht krampfhaft, der rechte etwas einwärts gehalten. Das Thier taumelt und fällt leicht um, besonders nach rechts. Man versucht vergebens es zu erschrecken. Von selbst bewegt es sich nicht und geht auch nicht, wenn es gestossen wird. — Die Empfindlichkeit ist im ganzen sehr abgestumpft, bloss die linke Seite des Kopfes und Halses, macht eine Ausnahme, indem sie hier einige Minuten nach der Verletzung erhöht gefunden wird und auch die Pupille hier verengt, die Lidspalte geschlossen, der Bulbus etwas abduciert ist. — Kothentleerung kurze Zeit nach der Operation; am Kopfe ist Schwirren fühlbar; Athmung früher 120 — jetzt 40, Herzschlag früher 208 — jetzt 150. 18 Minuten später macht das Thier in Folge von Kneipen einige Schritte und zwar meist nach links, aber auch nach rechts; Athmung und Herzschlag wie zuvor. Temperatur in dem Ohre — welches einige Zeit nach dem Messen injiciert blieb, 36°. Während das Thermometer im Ohr war, schüttelte das Thier zuweilen den Kopf und machte einige Schritte. Während weiteren 4 Stunden rührte sich das Thier, da es nicht gestört wurde, nicht von der Stelle. — Es blieb in schlaffer Haltung, gleichsam in tiefen Schlaf gesunken, mit herabgesenktem Kopf auf dem Bauche liegen. Athmung jetzt 28, Herzschlag 120. Temperatur der Ohren 32, unter der Haut 32.6. Beim Applicieren



des Thermometers in's Ohr wacht das Thier gleichsam auf und macht hie und da eine Bewegung. Nach einem Einschnitt in die Haut des Stammes erhob es den dabei zitternden Kopf, die Füße glitten nach rückwärts und blieben auch so, die Augenspalten öffneten sich und blieben durch kurze Zeit offen, durch einige Minuten entleerten sich fortwährend normale Kothballen. Eine Stunde später betrug die Athmungsfrequenz 22, die des Herzschlages 108; sonst keine Aenderung. — Während weiterer 14 Stunden ebenfalls keine merkbare Veränderung, nur entleerte das Thier unterdessen viel weichbreiigen Darmkoth und jetzt betrug die Temperatur der Ohren 29, unter der Haut 32°. 24 Stunden nach der Verletzung: Athmung 36, Herzschlag 120; wird das Thier gereizt, so geht es nicht mehr nach links, sondern nach rechts. — Nun wurden beide Vagi am Halse präpariert und durchschnitten. Hierauf traten zunächst 3 tiefe seufzende Expirationsbewegungen auf, dann ziemlich tiefe Athmungen, deren Frequenz anfangs 40 betrug, aber sehr rasch auf 22 sank und bald noch mehr abnahm. Herzschlag anfangs 160, aber nach sehr kurzer Zeit wieder 120. Das Thier lebte noch durch mehr als 8 Stunden.

Sectionsbefund: Blut flüssig, Herz schlaff, Gedärme blutreicher und nur wenig dünnen Brei enthaltend. Das Thier hatte während des ganzen Verlaufes das Futter verschmäht.

Versuch Nr. 11. *Fast vollständige Durchtrennung des unteren Drittels der Sehhügel etwas vor der Mitte des Tub. cin.*

Entsprechend hochgradige Depression; Vorwärtsgleiten der Vorderpfoten; bedeutende und rasche Verlangsamung der Athem- und Herzbewegung. Schon nach 10—12 Minuten Krampfanfälle, die später allgemein und mit Wälzen verbunden sind und mit Schläfheit wechseln. Frostschauder.

Mittelgrosses Kaninchen. Das untere Drittel der Sehhügel wurde 2''' hinter dem Chiasma n. o. durchtrennt, und zwar reichte die Verletzung links etwas tiefer in ihre Substanz hinauf als rechts. Zugleich war auf der linken Seite auch der Hirnschenkel unten gänzlich durchtrennt, bis zur Basis, während rechts eine dünne basale Schichte des Hirnschenkels und des Tub. cin. erhalten blieb. Auf der Hirnbasis fand sich noch rückwärts von der Verletzung eine dünne Schichte geronnenen Blutes.

Nach einigen schmerzlichen Schreien blieb das Thier ganz ruhig. Die Vorderpfoten glitten nach vorwärts, wobei sich der Leib mit dem Bauch auf den Boden senkte. Die Augenspalten



geöffnet, auf Berührung sich nicht schliessend, Pupillen normal; Ohren kalt; Athmung 48 (vor der Operation 100—120), Herzschlag 160, 170 (vorher 280). Etwas später begannen die Lider des linken, dann auch die des rechten Auges sich zu bewegen. Nach 10 Minuten richtete sich das Thier in die normale Ruhestellung und von nun an ist der Kopf immer nach links gehalten. Das Auge ist auf dieser Seite mit Thränen gefüllt, das Thier leckt sich auf derselben, die Empfindlichkeit erscheint hier lebhafter. Das angebotene Futter wird nicht genommen. Jetzt sinkt plötzlich der Kopf nach rückwärts, dann wird er nach links gezogen, das Thier schwankt und fällt um, nimmt aber rasch die frühere Stellung ein. Diese Erscheinung wiederholte sich in der folgenden halben Stunde noch 4—5mal; zuletzt erhob sich das Thier nicht mehr, sondern blieb auf der linken Seite liegen. Anfangs erhob es noch den Kopf, dann aber blieb es ganz schlaff und bewegte sich, selbst wenn man es aufhob, gar nicht, sondern liess die nicht unterstützten Theile schlaff hängen. Versuchte man es auf die Füsse zu stellen, so glitten die Vorderfüsse nach vorwärts und etwas links, wobei sie sich kreuzten. Die Empfindung sehr abgestumpft. Athmung und Herzbewegung noch wie zuvor, aber später, 1 1/2 Stunden nach der Verletzung, erstere 32—34, letztere 120. Sieben weitere Stunden blieb das Thier unbeweglich und alles übrige gleich. In der 8. Stunde wurde plötzlich der Kopf nach rückwärts gezogen und nach links, die Zähne knirschten und das Thier wälzte sich 2mal krampfhaft um seine Körperaxe; dann versuchte es sich aufzurichten, jedoch vergeblich. Als ich es nun aufrichtete, stellte sich das Zähneknirschen sogleich wieder ein, der Kopf wurde immer mehr nach rückwärts gezogen, der Vorderkörper mit den gekreuzten Vorderpfoten erhob sich und das Thier fiel nach rückwärts um. — Diese Erscheinung wiederholte sich während der nächsten 2 Stunden noch mehrmals. Ausserdem war auch das schon in früheren Versuchen erwähnte und als Aeusserung von Frostgefühl bezeichnete Schwirren wahrzunehmen, besonders nach diesen 2 Stunden. Athmung und Herzschlag wie zuvor; die Empfindlichkeit erscheint jetzt wieder abgestumpft. Das Thier lebte noch durch 10 Stunden, während deren es, wahrscheinlich stets, schlaff und unbeweglich lag, und der Tod erfolgte unter Abnahme der Herz- und Athembewegung. 3 Stunden nachher war es starr. Bei Oeffnung des Leichnams zeigte das Blut nur wenig schlaffes Gerinnsel, das flüssig herausgelassene gerann. Lunge blutarm, Herz schlaff. Im Mastdarm viele



Kothballen, in der Blase etwa 50 gr Harn. — Die Section fand 6 Stunden nach dem Tode statt.

Versuch Nr. 12. *Bluterguss im hinteren Basaltheile der Sehhügel.*

Manègebewegung; Verlangsamung der Athmung und des Herzschlages; Sinken der Temperatur; Biegung bauchwärts; Depression. Contrahierte Gedärme.

1  $\frac{1}{2}$  Fuss grosser junger Hund. Mittelst des S. 5 u. 6 beschriebenen Instrumentes wurde von der rechten Seite aus eine Lanzenspitze in den Hirnstamm gebracht. Die Verletzung, die hierbei zustande kam, war folgende: Die Spitze war 2''' über der Hirnbasis, oberhalb des hinteren Randes des Tub. cin. eingedrungen, also in die Substanz der unteren Sehhügelhälfte. Hier hatte sich — beiden Sehhügeln etwa gleichmässig angehörend — ein dem Volumen von 2—3 Linsen etwa entsprechender, mit Blutgerinnsel gefüllter Hohlraum gebildet, welcher an seiner linksseitigen Grenze auch die zurückgebliebene Lanze enthielt. — Die vordere Grenze desselben entsprach der Mitte des Tub. cin., die hintere lag nahe dem vorderen Rande des Pons Varoli. An der Hinterbasis fand sich kein Blut. — Während der Voroperation zum Einstich (einfache Durchbohrung des Knochens) fand Kothentleerung statt. Nach dem Einstich wurde der Kopf mit grosser Gewalt nach rechts gezogen und blieb auch in dieser Stellung. Das Thier stand und gieng ohne zu taumeln, aber immer nach rechts. — Pupillen wie vor der Operation. — Herzschlag 20 und nach je 5 langsamen Schlägen folgen einige raschere, welche 2—3''' der früheren entsprechen. Athmung 13—14. Nimmt man das Thier auf die Arme, so verhält es sich ganz ruhig. — Ein Stückchen Semmel, welches ich ihm gab, kaute es durch kurze Zeit, liess es aber dann fallen und gieng stets in Kreisen von etwa 2 Fuss Durchmesser, ziemlich rasch, bis in einen anderen Theil des Zimmers. Schon während der Operation hatte Speichelfluss begonnen und hielt auch jetzt noch an. Nun legte sich das Thier mit nach rechts gestreckten Hinterfüssen, auf den vorderen gleichsam kniend, mit nach rechts gebogenem Halse nieder und versank gleichsam in tiefen Schlaf, aus dem es durch Unterstellen eines Schüsselchens zum Auffangen des Speichels, wie auch durch Kneipen nicht zu erwecken ist. Die Augen wurden geschlossen gehalten. Geräusche schien das Thier nicht wahrzunehmen. Nachdem es 5 Stunden hindurch so gelegen,



wurde es näherer Untersuchung wegen auf den Tisch gehoben. Es widerstand gar nicht, sondern krümmte sich bloss gegen den Bauch und gegen die freie Seite (z. B. wenn es auf die rechte gelegt wurde — nach links) zusammen.

Temperatur im Mastdarm 35.5; Harnentleerung. Wird es auf den Boden gestellt, so ist der Kopf nach abwärts und rechts gebogen, die Vorderfüsse sind nach hinten gestreckt, so dass das Thier nicht gehen kann. Mit dem Hintertheil niedergesetzt und auf die Vorderfüsse gestützt, bleibt es ruhig; hält aber die letzteren, besonders den rechten, nicht mit der Sohle auf dem Boden, sondern stützt sich auf die Dorsalfläche des Metacarpus. Der rechte Hinterfuss ist etwas nach einwärts gedreht. Hebt man das Thier an den Vorderfüssen in die Höhe, so hängt es gerade. In der obigen Stellung bewegt es sich manchmal auch spontan und nach jeder Seite hin, verlässt aber seinen Platz nicht. Die Augen noch immer geschlossen. Durch kurze Zeit war schwaches Gurren der Gedärme zu hören. Athmung und Herzschlag wie oben. Während weiterer 11 Stunden war die Beobachtung unterbrochen. Als ich das Thier wiedersah, war es schon ganz kühl, die Athmung hatte aufgehört, aber das Herz schlug noch und bewegte sich auch nach Eröffnung der Brusthöhle — aber bloss der rechte Vorhof — noch durch 20 Minuten. Das Thier war auf demselben Platze, wo ich es gelassen hatte, lag auf der linken Seite ganz schlaff und hatte Koth und Harn entleert, — die peristaltische Bewegung der Gedärme hatte bei Oeffnung der Bauchhöhle nicht mehr existiert, im unteren Theile des Mastdarms war noch etwas Koth, der ganze übrige Theil der Gedärme war leer und ganz zusammengezogen; nur im Magen etwas weisser Brei. Das Blut gerann erst 4—5 Stunden später, die Todtenstarre trat erst 7—8 Stunden nach dem Tode ein. Im Speichel, dessen Entleerung 1 1/2 Stunden nach der Operation aufhörte, war Zucker, aber kein Rhodankalium.

Versuch Nr. 13. *Schnitt in die Lam. perf. post. und den vorderen Brückenrand; mit Durchtrennung der untersten Schichte des rechten Pedunculus cerebri.*

Tetanus der Extremitäten und der Bauchflächen-Muskulatur, besonders des Halses. Manège nach links.

Halberwachsenes Kaninchen. Mit einem spitzen dünnen Skalpell von 1 1/2''' Breite wurde vom rechten Ohr aus ein Stich gegen den Hirnstamm geführt, und zwar in fast senkrechter, nur wenig



nach hinten abweichender Richtung, wobei die Schneide des Instruments nach rück- und aufwärts gekehrt war. Es kam in dieser Weise eine Verletzung zustande, welche an der Grenze zwischen Lamina perforata post. und Varolsbrücke in den vorderen Rand der letzteren  $1\frac{1}{2}$ ''' tief eindrang, jedoch bloss bis zur Mittellinie reichte, so dass die linke Hälfte des Hirnstammes ganz unverletzt blieb.

Das Thier hielt sich einige Augenblicke schwankend aufrecht, dann fiel es auf die linke Seite, indem sich die Extremitäten senkrecht zur Körperaxe starr ausstreckten. Das rechte Auge ist offen und schliesst sich nicht, auch wenn es berührt wird; hier ist die Pupille wenig, dagegen die des linken Auges stark verengt. 1—2 Minuten nach der Verletzung bog sich das Thier so stark gegen die Bauchseite zusammen, dass sein Kopf auf den Bauch zu liegen kam. — Nun begannen die Extremitäten zu erschlaffen, spannten sich jedoch bei jeder Berührung wieder, bis sich endlich nach einer Viertelstunde dieser krampfhaft Zustand gänzlich verlor. Die erwähnte Biegung des Halses bauchwärts hörte erst nach 2 Stunden auf. Das Thier konnte sich mit einiger Mühe wieder aufrichten. Bei jeder Bewegung, die es machte, bog sich der Hals nach links, und wenn es mühsam und schwankend zu gehen versuchte, so geschah dies ebenfalls nach links.

Ausser solchen Verletzungen des Tub. cin. und der Lam. perf. post., welche von der Seite her eindringen, bewirkte ich auch einige, die von unten her senkrecht oder nahezu senkrecht auf diese Theile trafen und demnach noch geringer waren, als die bisher beschriebenen. Ich verwendete hiezu fast nur Meerschweinchen, bei denen die — zum Theil knorpelige — Hirnbasis mittelst eines ahlenförmigen Werkzeuges leicht zu durchbohren ist und achtete damals bloss auf die Störungen des Bewegungsmechanismus. Ich kann mich daher bezüglich dieser Versuche kurz fassen:

Stich in das Tub. cin. von unten her: Bewegungsstörung.

Das einzige Kaninchen, bei welchem ich eine solche Verletzung ausführte und bei dem das Instrument  $\frac{3}{4}$ ''' hinter dem Chiasma n. opt. rechts neben der Mittellinie in die Substanz des Tub. cin. gedrungen war, machte nach der Verletzung sogleich 3 hohe krampfartige Sprünge nach vorwärts und zugleich rechts, stürzte dann mit schwerem Athem und grossblasigen Rasselgeräuschen nieder, wobei Blut aus der Nase hervorrann, und war in einigen Sekunden todt. —



Bei der Section fand sich in der Kehle, wie auch in der Luftröhre und den Lungen durchaus kein Blut.

Bei einem Meerschweinchen drang der Stich von der vordersten und äussersten linksseitigen Partie der Subst. perforata post. aus, durch den vorderen und äusseren Theil des linken Sehhügels, bis in den Seitenventrikel. Es trat Manègebewegung mit dem Centrum auf der linken Seite des Thieres ein, hörte aber bereits nach 12 Stunden vollständig auf und das Thier erschien wieder normal. In einem anderen Falle, wo der Stich bloss 1''' tief in den hinteren, aber inneren Theil des Tub. cin. sin. getroffen hatte, konnte sich das Thier nicht mehr erheben und war, obwohl es die Füsse fortwährend bewegte, nicht anders im Stande sich von seinem Platze weiter zu schieben, als beim Anstemmen der Hinterfüsse an einen zu diesem Zwecke dahin gehaltenen Gegenstand. Dabei stöhnte es fortwährend mit heiserer Stimme. — Es wurde nach 7 Stunden getödtet. Der Körperstamm war während dieser Zeit auf dem Bauche liegend stets nach links gebogen, was noch stärker hervortrat, wenn das Thier gereizt wurde.

Ganz ähnlich waren die Erscheinungen in einem Falle, wo die Stichwunde etwas mehr vorwärts und rechts neben der Mittellinie sass. Nur erfolgte die Biegung des Körpers nach der rechten Seite hin, auch fiel bei diesem Thiere im späteren Verlaufe eine Verlangsamung der Athembewegungen auf, wobei die Inspirationen gleichsam zuckend vor sich giengen. An dieser Stelle verdienen noch folgende 2 Fälle angeführt zu werden, in denen die Verletzung von oben herab in die Sehhügelmasse ein- und bis zur Hirnbasis durchdrang. — Die Versuchsthiere waren Kaninchen.

Durchstechung des linken Sehhügels von oben, mit Quetschung: Manège nach der verletzten Seite; Drehung des Kopfes um die Längsaxe; Pupillenerweiterung; krampfhaftes Galoppänfälle und rascher Tod.

Bei dem einen wurde ein Glasröhrchen (von 1''' Durchmesser und unten spitz ausgezogen) durch den dicken oberen Theil des linken Ammonshorns und durch den Sehhügel derselben Seite gedrückt. Im Momente des Durchstechens machte das Thier eine heftige Bewegung, dann drehte es sich bei normaler Haltung des Körpers — der nur etwas nach links gebogen war — auf ein und demselben Platze dreimal (nach links) um. Hierauf sass es einige Augenblicke still und nun zeigte sein Kopf folgende Stellung: Die obere Seite und die Ohren waren etwas nach rechts, die untere



(also die Bauch-)Seite desselben etwas nach links gerichtet; er war also um seine Längsaxe gedreht. Zugleich war er aber auch etwas nach rückwärts gezogen, so dass die Schnauze auch nach aufwärts sah. Die Augen hielt das Thier weit offen, die Pupillen waren erweitert. Einige Zeit nach der Verletzung begann das Thier plötzlich zu laufen und beschrieb dabei immer Kreise von etwa 3 Fuss Durchmesser, setzte sich aber nach etwa 1 Minute und blieb ein Weilchen ruhig in der oben beschriebenen Stellung, mit nach links gedrehtem Kopfe und nach links gebogenem Körper. Dann folgte noch plötzlicher und heftiger ein 2. Laufparoxysmus von ebenso kurzer Dauer, und dies wiederholte sich noch mehrere Male. Bei den späteren Laufanfällen fiel das Thier auch jedesmal auf die linke Seite nieder und gab einen heiseren, dem Quaken eines Frosches ähnlichen Ton von sich. 4 Stunden später war es bereits todt.

Stich durch den vorderen Theil des linken Sehhügels bis zur Basis, mit partieller Dichtrennung: Ziehen des Kopfes nach links und hinten.

Bei dem anderen gieng eine gewöhnliche Stichwunde senkrecht durch den inneren Theil der linken Hemisphäre gerade zum Chiasma n. opt. Die diesem letzteren entsprechende graue Basalsubstanz war senkrecht zur Mittellinie auf 1'' nach links durchtrennt: Der Kopf des Thieres wurde mehreremal so nach links und hinten gezogen, dass die eine dieser Bewegungsrichtungen der andern folgte. Es zogen sich nämlich zunächst die Muskeln der linken Seite des Halses und hierauf die des Nackens zusammen, wodurch der Kopf von der linken Seite nach rückwärts gezogen wurde. Später hörten diese clonischen Contractionen auf und der Kopf blieb noch durch längere Zeit in einer den beiden Richtungen des Muskelzuges entsprechenden Mittelstellung, welche immer mehr der normalen Platz machte. — Abnormität der Athembewegung wurde auch in diesem Falle bemerkt; sie war schwerer erschienen als gewöhnlich. Das Thier wurde am 2. Tage getödtet. —

Galoppanfalle, denen ganz epileptiforme mit Scheintod endigende Krampfanfälle folgten.

Zu dem vorerwähnten Falle mit Paroxysmen, welche sich im heftigen Laufen äusserten, dürfte der folgende ein beachtenswertes Gegenstück abgeben: Das Thier war gleich nach der Verletzung in vollem Galopp entflohen, setzte sich dann mit nach links gebogenem



Halse und fiel nach einigen Augenblicken nieder. — Dann richtete es sich wieder auf und sass ruhig, bis es 23 Minuten nach der Verletzung plötzlich in krampfhaft heftigem Galopp von seinem Platze fortschoss, dann niederfiel, sich einige Augenblicke in allgemeinen Convulsionen bewegte und endlich wie todt dalag, ganz schlaff, ohne Empfindung und ohne Athmung. Nach einigen Sekunden aber bewegte sich zuerst ein Vorderfuss, es wurden wieder Athembewegungen wahrnehmbar und endlich erholte sich das Thier vollständig, so dass keine Abnormität an ihm bemerkt werden konnte. — In Zwischenzeiten von je 1 Stunde folgten nun noch 5 ganz ähnliche mit Scheintod endende Krampfanfälle, dann dehnten sich die Zwischenzeiten auf 2 und 3 Stunden. 17 Stunden nach der Verletzung war nur Manègebewegung nach rechts vorhanden und einmal wurde vorübergehende Hyperästhesie am Kopfe beobachtet, wobei sich das Thier eifrig die Schnauze rieb. Die Manègebewegung hielt noch durch 20 Stunden an, wurde aber immer weniger auffallend; unterdessen erfolgten auch noch 2 durch einen 11stündigen Zwischenraum getrennte epileptiforme Anfälle. Nachher war nichts Abnormes mehr an dem Thiere wahrzunehmen. Es frass gut, war ganz munter und erst 34 Tage nach der Verletzung wurde es getödtet und seciert. Bei der Section konnte die Verletzung nicht mehr eruiert werden. Es war ein von oben etwa vor die Vierhügel in den Hirnstamm angebrachter Nadelstich gewesen.

Epileptiformer Krampfanfall mit völliger Empfindungslosigkeit nach plötzlichem Druck auf die Sehhügelgegend.

Einmal sah ich auch in Folge plötzlichem zufälligen Druckes auf die hintere Sehhügelgegend nach Abtragung des hinteren Theiles der Grosshirnhemisphären allgemeine, mit völliger Empfindungs- und Bewusstlosigkeit verbundene Krämpfe eintreten.

### b) Oberer Theil.

Versuch Nr. 14. *Durchtrennung der oberen  $\frac{2}{3}$  der Sehhügel vor dem Vierhügel.*

Vorübergehende Depression; dann Anfälle von Wälzbewegung; endlich allgemeiner Tetanus und Tod schon 23 Minuten nach der Durchtrennung. Sehr rasches Eintreten der Todtenstarre.

Junges Kaninchen. Es wurde an jeder Seite des Kopfes je eine zur Hirnbasis senkrechte Spalte gemacht und dann mit Hilfe einer



dünnen, aber entsprechend langen Nadel durch die unteren Enden der Spalten ein Seidenfaden gezogen, mit welchem der Hirnstamm von unten nach aufwärts ohne bedeutende Blutung durchschnitten werden sollte. Der Stichkanal lief zwischen dem unteren und mittleren Drittel des Hirnstammes so ziemlich an der Grenze zwischen den Seh- und Vierhügeln und oberhalb des hinteren Randes des Tub. cin., von links und etwas rückwärts nach rechts und etwas vorwärts; zugleich reichte er links etwas in's untere, rechts etwas ins mittlere Drittel des Sehhügels.

Nach einer Bewegung im Momente des Durchstechens, sass das Thier einige Augenblicke ruhig mit weit geöffneten, sich bei Berührung nicht schliessenden Augen; dann wurde der Kopf nach hinten und rechts gezogen. Einige Sekunden später folgten 3—4 heftige, hohe Sprünge nach rechts, worauf das Thier durch etwa 3 Minuten sich ruhiger nach allen Richtungen hin bewegte und auch sehr lebhaft den linken Hinterfuss leckte. — Jetzt ergriff ich es und knüpfte die beiden Enden des Fadens über dem Schädeldach rasch und fest anziehend zusammen, wodurch der oberhalb des Fadens befindliche Theil des Hirnstammes ohne Blutung gänzlich durchtrennt wurde.

Gleich darauf war das Thier noch im Stande 2 heftigere Bewegungen zu machen, denen noch 3—4 kurze Schritte nach links zu folgten, wobei es aber die Extremitäten augenscheinlich nur sehr schwer zu bewegen vermochte; dann streckte sich der Kopf, — den das Thier während des Anziehens der Fadenenden emporgehoben hatte, — immer tiefer, plötzlich fiel das Thier um, bog seinen Hals in rascher Aufeinanderfolge links und dann rückwärts, welcher Bewegung der ganze Körper folgte und sich einigemal um seine Längsaxe wälzte. Diese Erscheinung (des Wälzens) wiederholte sich in weiteren 18 Minuten noch dreimal; in den Zwischenpausen stand der Kopf stets noch durch kurze Zeit nach links und ausserdem war eine Spannung anfangs bloss der rechten hinteren, später auch der beiden vorderen Extremitäten wahrzunehmen, wodurch übrigens die Bewegung derselben wenig gehemmt erschien. 23 Minuten nach dem Zusammenknüpfen des Fadens streckten sich plötzlich die Vorderfüsse vorwärts, die hinteren rückwärts, parallel zur Körperaxe, krampfhaft aus, Hals und Stamm krümmten sich tetanisch nach rückwärts (Opisthotonus), die Athmung hörte auf, die Augen wurden empfindungslos, nach einigen Sekunden erschlaffte der ganze Körper, es entleerten sich einige Tropfen Harn — das



Thier war todt. 11 Minuten später hatte sich die Todtenstarre bereits hochgradig entwickelt.

Versuch Nr. 15. *Durchbohrung der mittleren Schichte in der Vorderhälfte der Sehhügel.*

Kauanfalle schon 8 Minuten danach, Krampfanfälle der Gesichtsmuskeln, später auch des Halses mit Rückwärtsfallen; endlich allgemeine Krämpfe mit Wälzen. Athmung und Herzschlag wenig verlangsamt.

Junges Kaninchen. Eine durch das ganze Gehirn von einer Seite zur andern durchgestochene und wieder herausgezogene Nadel bewirkte nachstehende Verletzung: Eine spaltförmige, von oben nach unten zur Axe des Hirnstammes senkrechte Wunde, deren gedachte Verlängerung nach unten etwa  $1\frac{1}{2}'''$  hinter das Chiasma n. o. fallen würde (rechts etwas näher, links etwas weiter davon), durchdringt die mittlere Schichte ( $\frac{1}{3}$ ) der beiden Sehhügel, reicht aber rechts auch etwas in's untere, links etwas in's obere Drittel. An der Hirnbasis fand sich kein Bluterguss und auch in der Wunde sehr wenig. Die Nadel war ziemlich stumpf und fast  $1'''$  dick.

Schon bei Durchstechung der Hirnhäute begann das Thier lebhaft zu kauen und erhob den rechten Vorderfuss bis zur Nase, indem es zugleich den Kopf gegen die Seite der Verletzung hin wandte. Als die Nadel den Hirnstamm durchdrang, bog sich der Kopf momentan nach rechts, dann sass das Thier ganz still. Rechte Pupille normal oder enger, linke erweitert; Herzschlag 240, Athmung 64. Jetzt folgten plötzlich einige Schritte nach rechts, worauf es wieder ruhig bleibt. — Bei Berührung der rechten Seite des Kopfes zuckt es heftig weg, während es auf Berührung der linken Seite desselben gar nicht zu achten scheint. 8 Minuten nach der Verletzung stellt sich lebhaftes Kauen ein, wobei das Thier den Hals immer mehr nach rechts biegt, so dass dieser endlich über den Rücken nach links sieht; zugleich sieht man, dass sein Gesicht ganz schief verzogen ist. Die Muskeln der rechten Gesichtshälfte sind nämlich contrahiert und haben die Schnauze nach rechts gezogen. Nach einigen Sekunden hörte dieser Krampf auf, das Thier konnte den Kopf wieder nach jeder Richtung hin bewegen, leckte sich die linke Vorderpfote, drehte sich sogar nach links. Aber schon 2 Minuten später stellte sich ein dem vorigen ähnlicher Anfall von Krampf ein: Kauen, Verziehen des Gesichts, Biegen des Halses nach rechts, und nach wenigen Sekunden schien wieder alles gut. In den folgenden 20 Minuten traten anfangs nach je 2, dann nach



je 3 Minuten ähnliche Anfälle auf; aber hiebei wurde der Kopf immer weniger rechts und dagegen immer mehr nach rückwärts gezogen, und nun erhob sich das Thier während des Anfalles jedesmal auch auf die Hinterfüsse, schwankte dabei nach hinten und oft fiel es auch um. Die Pausen verlängerten sich jetzt auf 5, dann auf 8 Minuten, und die Anfälle wurden augenscheinlich stärker, das Thier fiel jedesmal um. Nach einer endlich viertelstündigen Pause folgten 2 bloss durch eine Pause von 3 Minuten getrennte Anfälle, in deren ersterem das Thier sich auch zweimal um seine Längsaxe wälzte, während der zweite schwächer war. 72 Minuten später folgte ein mit mehrmaligem Umwälzen verbundener Anfall, und 3 Minuten später ein schwächerer. — Dann blieb das Thier durch 3 Stunden verschont, nach deren Ablauf der letzte und heftigste Krampfanfall eintrat: Sehr rasche und heftige, mit starkem Zähneknirschen verbundene Zuckungen des ganzen Körpers, wobei der Kopf nicht mehr nach rückwärts und rechts, sondern bauchwärts und rechts gebogen wurde.

Das Thier lebte noch 12—13 Stunden, ohne dass weitere Krampfanfälle zur Beobachtung gelangten; von Zeit zu Zeit, gleichsam ebenfalls anfallsweise, gieng es in Kreisen nach rechts, während es sonst auch in jeder anderen Richtung umhergieng und auch keine Sinnesstörung verrieth. Die Ohren waren während dieser Zeit blass, die rechte Augenspalte blieb geschlossen, die linke etwas enger. Athmung 60, Herzschlag 208. An der Haut ist manchmal ein schwaches Schwirren bemerkbar. Hält man dem Thiere Futter vor den Mund, so beginnt es zu kauen — was übrigens zeitweise auch spontan geschieht, — nimmt aber ebensowenig etwas davon, als wenn man es bloss hinstellt. 15½ Stunden nach der Verletzung musste die Beobachtung auf 3 Stunden unterbrochen werden; als ich zurückkehrte, fand ich das Thier todt und auch bereits starr. Sectionsbefund: Linke Pupille erweitert, Blut flüssig, Herz contractiert, Lungen blutärmer, Mastdarm leer, in der Harnblase etwas Harn.

Versuch Nr. 16. *Verletzung der oberen Hälfte der Sehhügel zwischen dem vorderen und mittleren Drittel.*

Sehstörung, Pupillenerweiterung, dann Schreckhaftigkeit und rascher Tod. Herzschlag und Athmung kaum verlangsamt.

Erwachsenes Kaninchen. Mittelst eines wie in V. Nr. 12 durch den Hirnstamm gezogenen Fadens wurde eine senkrechte Wundspalte in der oberen Hälfte der Sehhügel und zwischen ihrem



vorderen und mittleren Drittel hervorgebracht, welche bei einer Höhe von  $\frac{3}{4}$ ''' noch eine 1''' starke oberste Schichte der Sehhügel undurchtrennt liess. Der Faden blieb drinnen.

Das Thier blieb anfangs ganz still; auf Reiz geht es von seinem Platze ganz gut und ruhig etwas weiter. Später thut es dies auch spontan und nach jeder Richtung hin, stösst aber dabei an alle Gegenstände, die ihm im Wege liegen, an. Gehör und Hautempfindung scheinen ungestört oder mindestens vorhanden. Ohren blass; Pupillen erweitert. Athmung 80 (vor der Verletzung 120—140), Herzschlag 246 (kaum verändert). Während der nächsten 4 Stunden gieng das Thier fast stets umher, bloss auf Minuten sass es still; es verkroch sich nicht und war ohne jede Mühe zu fangen, wobei es einmal ( $3\frac{1}{2}$  Stunden nach der Verletzung) reichlich Harn entleerte. Innerhalb weiterer 18 Stunden änderte sich sein Zustand nur insoferne, dass es schreckhafter (in Beziehung auf Geräusche) wurde und sich überall zu verstecken suchte, wohin es blindlings traf. 4 weitere Stunden hindurch stand es nicht in Beobachtung und wurde nach deren Ablauf todt, aber noch warm, gefunden. Hals und Vorderpfoten bereits starr. Linke Herzkammer contractiert, rechte Kammer und Vorhöfe mit Blutgerinnsel gefüllt, sowie die Venen; Nieren blutreich; in der Blase etwa 40 gr Harn, im Mastdarm wenige Knollen.

Versuch Nr. 17. *Verletzung der oberen Sehhügelhälfte etwa in der Mitte der Länge.*

Depression und dann Sehstörung; vorübergehende Injection der Ohren; dauernde Pupillenerweiterung. Tödtung durch Genickstich: Verengerung der Pupillen mit Bläulichwerden der Iris.

Erwachsenes Kaninchen. Etwas weiter nach rückwärts, als im vorigen Falle, durchsetzt eine senkrechte Wundspalte den grössten Theil der oberen Hälfte beider Sehhügel, ohne jedoch deren oberste Schichte zu durchtrennen. Sie ist in senkrechter Richtung  $1\frac{1}{2}$ ''' breit und reicht im rechten Sehhügel etwas in die hintere, im linken etwas in die vordere Hälfte, trifft aber im Ganzen beide so ziemlich in der Mitte ihrer Länge.

Das Thier wurde sofort ganz still; seine Ohren waren einige Sekunden injiciert und heiss, wurden dann aber blass und kühl; Pupillen erweitert. Nach kurzer Zeit geht es mit ruhigen, sicheren Schritten in allen Richtungen umher, stösst aber an die Gegenstände an. Auf Geräusch und plötzliche Berührung erschrickt es und



läuft auf einige Schritte weg. Ergreift man es, was sehr leicht gelingt, so macht es kräftige Bewegungen; lässt man es los, so sitzt es zunächst still. Athmung (vor der Operation 120—130) jetzt 68, Herzschlag kaum verändert. Vom Futter und Getränk nimmt es sehr begierig, wenn man es ihm vorhält, — dieselben selbst zu finden vermag es augenscheinlich nicht. Nach einiger Zeit putzt es sich häufig, erschreckt zwar noch, wenn es plötzlich berührt wird, läuft aber nicht mehr davon; es geht jetzt überhaupt wenig umher und bloss mit ganz kurzen Schritten. Pupillen noch erweitert, Entleerungen bisher keine. Jetzt wurde ein Stich in den Calam. scriptor. gemacht. Sogleich hörte die Athmung auf, die Pupillen wurden ganz eng, die Iris nahm eine bläuliche Farbe an, der linke Bulbus oc. oscillierte nach ein- und abwärts, der rechte nach ab- und auswärts und dann immer mehr bloss aus- und einwärts (Nystagmus) und es trat auch Harnentleerung ein. Section: Blut geronnen, Herz contrahiert, Nieren kaum blutreicher, in der Blase etwa 10 gr Harn, im Mastdarm eine grosse Menge von Kothballen und ziemlich viel Darmgas.

Versuch Nr. 18. *Stich durch das hintere Drittel der oberen Sehhügelhälfte.*

Vorübergehende Pupillenerweiterung und Depression; 1½ Stunden nach der Verletzung Krampfanfälle anfangs der Hals- und Stamm-, dann auch der Gesichtsmuskeln mit Wälzen; Manège. Abnormer Darminhalt, der nicht entleert wurde, während Harn häufig abgieng, Athem- und Herzbewegung kaum verlangsamt.

Halberwachsenes Kaninchen. Ein Stichkanal von 1''' Weite durchsetzt beide Sehhügel im hinteren Drittel ihrer oberen Hälfte, von rechts nach links senkrecht zu ihrer Axe, aber nicht ganz parallel mit der Basalebene, indem er links auch ein wenig in die untere Hälfte eindrang.

Vor dem Einstich betrug die Athmung 98, der Herzschlag 320, die Temperatur der etwas injicierten Ohren 37.4, unter der Haut der Schenkelbeuge 41.8. Im Momente der Verletzung machte das Thier eine heftige Bewegung, dann sass es still mit erweiterten Pupillen, die jedoch nach einigen Minuten wieder normal wurden. Bei jeder Berührung macht es einige schnelle Schritte, wobei es etwas nach rechts abweicht. Temperatur in den Ohren unverändert, unter der Haut 37.5, Athmung 80, Herzschlag um 300. Als ich 1½ Stunde später nochmals die Temperatur der Ohren messen



wollte, zeigte sich das Thier nicht nur — wie auch bei der vorigen Messung — sehr unruhig, sondern es trat auch folgende Erscheinung ein: Der Hals wurde heftig nach links gezogen, das Thier fiel um und während seine Füsse sich in rasche Galoppbewegung setzten, wälzte es sich einigemale um seine Längsaxe. Mit Zwischenzeiten von je 3 Minuten folgten dann noch 3 ähnliche Anfälle; hierauf 9 Minuten Ruhe, dann plötzlich rasches Kauen und Verziehen der Schnauze nach links. Nach einer Pause von 12 Minuten nochmals Verziehen der Schnauze nach links, nebst Biegung des Halses auf diese Seite, Umfallen und Wälzen. Nach weiteren 8 Minuten Biegung des Halses und Wälzen ohne Verziehen des Gesichtes.

Von da an erschien das Thier fast normal, nur sank die Athmung auf 64—68; die Temperatur der Ohren betrug 35.4, unter der Haut 37.4 und 2 Stunden später 41.5. 16 Stunden nach dem letzten Krampfanfall sitzt das Thier meist ruhig und wenn es geht, beschreibt es Kreise nach rechts. Bei Berührung erschrickt es, läuft aber nicht fort; ergriffen sucht es mit heftigen Bewegungen sich loszumachen und hiebei ist deutliches Plätschern von Flüssigkeit in seinem Bauche zu hören. Bei einer solchen Gelegenheit erfolgte einmal auch reichliche Harnentleerung. Gesichts- und Gehörswahrnehmung ist vorhanden. Das Thier frisst und säuft begierig, dabei weicht aber die Schnauze des Thieres stets nach links vom Ziele ab und setzt man ihm das Futter bloss vor, so verfehlt es dasselbe, weil es stets nach links fasst und dann auch bloss dort sucht. Anfangs war dieses Fassen nach links nur wenig wahrnehmbar, später wurde es immer auffallender und zugleich trat auch eine Drehung des Kopfes um seine Längsaxe, mit der Scheitelseite nach rechts, mit der Kieferseite nach links, immer stärker hervor. Diese Drehung war 36 Stunden nach der Verletzung am stärksten ausgebildet, sie betrug damals etwa  $\frac{1}{5}$  des Kreisumfanges. Das Thier hielt ausserdem bei ruhigem Sitzen den rechten Hinterfuss ziemlich stark nach auswärts gestreckt. Es gieng jetzt übrigens fast stets umher und blieb bloss im Dunkeln einige Zeit ruhig. 42 Stunden nach der Verletzung betrug die Temperatur der Ohren 35.6, unter der Haut 39. 5 Stunden später wurde es mittelst Genickstiches getödtet. Der Herzschlag hatte während des ganzen Verlaufes keine bemerkenswerte Aenderung erlitten; Koth war gar nicht, Harn viermal entleert worden. Sectionsbefund: Blut geronnen, Herz contrahiert. Nieren blass-schmutzigbraun, in der Blase etwas Harn, im Dickdarm anstatt des normalen Breies eine grosse Menge



letzterem ähnlich gefärbter syrupartiger Flüssigkeit, bloss im Mastdarm wenige normale Kothknollen. Die Schleimhaut des Dickdarms bot keine bemerkliche Veränderung dar.

Versuch Nr. 19. *Stich von oben. Durchtrennung des oberen inneren Drittels.*

Vorübergehende Depression, Sehstörung; 19—20 Stunden später Krampfanfälle und Manège nach der entgegengesetzten Seite bis zur Uhrzeigerbewegung. Herzschlag während der Krampfanfälle rascher, Athmung langsamer, Pupille enger.

Junges Kaninchen. Nach entsprechender Trepanation des Schädeldaches machte ich mit einer Nadel je einen Stich in jeden Sehhügel, senkrecht abwärts. Beide Verletzungen fielen in ein und dieselbe, die Axe des Hirnstammes am vorderen Ende der Commissura mollis senkrecht schneidende Linie; nur drang die des rechten Sehhügels in die äussere Hälfte des letzteren und reichte ein wenig auch in die untere Hälfte, die des linken hingegen durchtrennte das obere innere Drittel.

Die Verletzung des rechten Sehhügels fand zuerst statt. Das Thier beschrieb meistens Kreise nach links, wobei der linke Vorderfuss etwas mehr einwärts, der rechte Hinterfuss etwas mehr auswärts gehalten wurde, als im normalen Zustande. Athmung früher 100—107, jetzt 80. Während weiterer 22 Stunden 20 Minuten keine erwähnenswerten Aenderungen, ausser dass während dieser Zeit keine Entleerungen erfolgten. Nun wurde der linke Sehhügel verletzt: Das Thier wird sogleich ganz ruhig und sitzt bewegungslos in normaler Haltung. Zur Bewegung durch Stossen gezwungen, schwankt es und bleibt gleich wieder sitzen; es erfolgt Harnentleerung. Ohren kalt, Pupillen etwa normal. Nach Ablauf von 4 Minuten erwacht es gleichsam wie aus dem Schlafe, schüttelt den Kopf und wie von dem soeben stattfindenden Geräusch erschreckt, galoppiert es plötzlich mit kramphafter Hast davon; hiebei beschreibt es keine Kreislinie, rennt aber an die Gegenstände an. Nach kurzer Zeit sass es wieder ruhig und blieb 10—12 Stunden hindurch auf demselben Platz. Athmung 60. Später gieng es dann wieder umher und frass auch begierig das ihm vorgesetzte Futter. 19 Stunden nach dieser (zweiten) Verletzung zeigte sich bei dem bisher ziemlich lebhaften Thiere ein schlaffes — wie im Schlafe stattfindendes — Senken des Kopfes nach rechts und abwärts, wobei auch die Athembewegungen langsamer gefunden wurden; bei Berührung nahm es wieder



die normale Haltung an. 5 Minuten später ergriff ich das Thier, um die Pupillen zu betrachten, da wurde der Kopf heftig nach rechts und dann nach hinten gezogen, der Körper drehte sich rasch um seine Längsaxe nach rechts, entfiel meiner Hand und bewegte sich auf dem Fussboden noch einige Augenblicke in convulsivischen Zuckungen. 20 Minuten später wurde das seither ganz normal erschienene Thier, als es zu fressen begann, von einem ähnlichen Anfalle ereilt. Nach weiteren 5 Minuten leckte es sich den linken Hinterfuss, erhob dann plötzlich den Kopf, an welchem sogleich eine starke Verziehung der Schnauze nach links auffiel, dann auch den Vorderkörper, so dass es auf dem Hintertheil sass, und liess sich dann wieder in die normale Position nieder, — der Krampf der linksseitigen Gesichtsmuskeln hatte aufgehört. Während der folgenden 32 Minuten schritt es fast fortwährend in Kreisen nach rechts umher und frass und soff zeitweise. Nun wurde die Schnauze wieder nach links verzogen, dabei aber gieng das Thier, bei feststehendem Hintertheil mit den Vorderfüssen rasch nach rechts und beschrieb dabei mehrmals einen Kreis, dessen Radius — uhrzeigerartig — sein eigener Körper bildete; dann wurde der Kopf nach rückwärts gezogen, das Thier fiel um, machte einige Zuckungen und richtete sich, mit noch etwas steifer Haltung wieder auf. Schon 1½ Minuten später zeigte sich ein ähnlicher, aber schwächerer Anfall, wobei das Thier nicht umfiel; 26 Minuten später wieder ein stärkerer, dem nach einer Viertelstunde ein schwächerer folgte. 2 Stunden und 10 Minuten nachher trat nach Reizung des Thieres noch ein — letzter — Anfall auf, während dessen, wie auch bei allen früheren, der Herzschlag rascher und die Pupillen enger wurden; dagegen verlangsamten sich die Athembewegungen und blieben auch einige Zeit nach dem Insult 40—44, wenn der Herzschlag wieder normal geworden war. Die Empfindlichkeit der rechten Gesichtshälfte erschien etwas erhöht. 4 Stunden später machte ich einen Nadelstich in das Halsmark, dessen graue Substanz an ihrem äussersten linksseitigen Rande berührt wurde: Sofort bog sich der Hals nach links, während sich zugleich die rechtsseitigen Extremitäten krampfhaft streckten und der Herzschlag frequenter wurde. Ohren, Pupillen und Athmung zeigten keine merkbare Aenderung.

Erst nach einer Stunde liess der Krampf allmählig nach und nach 2 Stunden vermochte es, anfangs noch an die Wand gestützt, dann in normaler Weise, zu sitzen und sich zu bewegen, nur erscheint es sehr abgemattet. Während der späteren Periode dieses



Krampfzustandes waren auch Frostschauder aufgetreten, welche jetzt nicht mehr wahrnehmbar sind. Das Thier stand noch durch 3 Stunden in Beobachtung, frass recht gut und zeigte nichts Erwähnenswerthes mehr. Nach weiteren 8 Stunden war es todt und bereits starr, das Hintertheil mit breiigem Darmkoth beschmutzt, die Extremitäten senkrecht zur Körperaxe straff ausgestreckt. Blut flüssig, Herz contrahiert, Lunge und Nieren blutarm, im Dickdarm viel syrupartige graubraune Flüssigkeit, obwohl die Schleimhaut blass; in der Blase etwa 15 gr Harn.

Versuch Nr. 20. *Durchschneidung der oberen zwei Drittel des rechten Sehhügels hinten.*

Streckung der gegenseitigen Extremitäten; Krampf der rechtsseitigen Halsmuskeln mit Unwälzung; später Manège links; Trismus.

Erwachsenes Kaninchen. Oberhalb des hinteren Randes des Tub. cin. wurde senkrecht von oben herab ein Schnitt in den rechten Sehhügel gemacht, dessen obere zwei Drittel in dieser Weise fast gänzlich durchtrennt wurden. Einige Minuten blieb das Thier ruhig sitzen, dann sank es allmählig immer mehr nach rechts, indem sich die linke Seite durch zunehmende Streckung ihrer Extremitäten erhob; endlich fiel das Thier auf die rechte Seite nieder. 5 Minuten später wurde der Kopf plötzlich nach rechts gezogen und gleich darauf wälzte sich auch der Körper um seine Längsaxe nach rechts. 3 Minuten später war es im Stande, seine frühere Stellung nochmals einzunehmen; es sass wieder nach rechts geneigt, mit etwas weniger zusammengebogenen linksseitigen Extremitäten, bewegte lebhaft die Ohren und zeigte sich gegen Berührung der linken Gesichtshälfte sehr empfindlich. Endlich fing es auch an umherzugehen und beschrieb dabei Kreise nach links. Sehr leicht fiel es hierbei um und zwar auf die rechte Seite, wobei es scharfen Tones aufschrie. Legte man es auf die linke Seite, so war es nicht mehr im Stande ohne Hilfe aufzustehen. Nach einer weiteren Stunde trat Zähneknirschen ein. Nun musste die Beobachtung unterbrochen werden. 20 Stunden nach der Verletzung fand ich es todt.

Versuch Nr. 21. *Stich in die Gegend der Corp. geniculat. dext.*

Reizungszustand des linken Auges, Depression.

Kleiner, etwa  $\frac{3}{4}$ jähriger Hund. Mit Hilfe des vorne beschriebenen Instrumentes wurde nach einander auf beiden Seiten gegen



die Sehhügel eingestochen. Auf der linken Seite drang der Stich unter die Oberfläche des vorderen Theiles vom hinteren Drittel des Corp. striatum und erreichte den Sehhügel nicht. Auf der rechten Seite drang er 1''' tief in die Furche ein, welche die beiden Kniehöcker von einander trennt.

Das Thier geht langsam nach links, taumelt aber dabei nach rechts, indem der rechte Hinterfuss zusammenknickt. Aus dem linken Auge rinnen Thränen, aus dem Munde fliesst Speichel. Athmung 28, Herzschlag 116. (Bei einem ebensogrossen Hunde derselben Race 64 resp. 150). Nach 2 Minuten legt es sich ermüdet mit untergeschlagenen Vorderpfoten auf die rechte Seite des Hintertheils. 5 Minuten nach der Verletzung beträgt die Athmung 7, der Herzschlag 136. 24 Minuten später erbrach es ein Darmstück, welches es sogleich wieder verschlang. Während dieser Zeit stand es bloss zweimal auf, machte taumelnd einige Schritte und legte sich wieder. Nur selten lässt es ein Stöhnen hören, ist augenscheinlich sehr deprimiert und matt, merkt nicht auf den Ruf und die Empfindung erscheint abgestumpft. 2 Stunden nach der Verletzung entfernte es sich vom Orte, wo es bisher gelegen und wo sich jetzt Harn vorfand. Hebt man es in die Höhe, so stöhnt es ganz leise und widersteht gar nicht. 4 Stunden nach der Verletzung beträgt die Athmung 6, 9 Stunden später 24; Herzschlag 120. Das Thier taumelt noch immer beim Gehen, besonders zeigt sich der rechte Hinterfuss noch schwach, indem er, gleichsam wenn das Thier darauf vergisst, zu tief unter den Bauch gelangt und die rechte Hüfte nicht genügend stützt. Im linken Auge ist weisser Schleim. Futter wird genommen und am selben Platz, wo es gewesen, auch wieder gesucht. Ueberhaupt besserte sich der Zustand zusehends, weshalb das Thier getödtet wurde.

Versuch Nr. 22. *Verletzung des vorderen oberen Sehhügeltheiles beiderseits.*

Depression, Taumel, Mattigkeit.

Junger, 1 Fuss hoher Jagdhund. Von der rechten Seite aus wurde ein Stich durch den Hirnstamm gemacht, welcher durch die weisse Substanz unter dem rechten Corp. striatum und durch das vordere Ende des rechten Sehhügels, 2''' unter dessen Oberfläche durch und in den vorderen Theil des linken Sehhügels, ebenso tief unter dessen Oberfläche, eindrang, auch hier die ganze graue Substanz durchsetzend (etwas weiter rückwärts als rechts).



Das Thier taumelt und schwankt (besonders aus dem Hintertheil) nach rechts und geht auch meist nach rechts. Athmung 16, Herzschlag 120. Häufig stolpert und fällt es. Pupillen normal. 3 Stunden nach der Verletzung: Noch immer hört es nicht auf den Ruf, findet das ihm vorgelegte Fleisch nicht, frisst es aber begierig, wenn es ihm an den Mund gehalten wird; dabei fasst es immer nach links. Die rechte Kopfhälfte ist weniger empfindlich als die linke. Es steht spontan auf und sucht nach Futter. 19 Stunden nach der Verletzung ist es bloss etwas schwächer, besonders am rechten Hinterfuss; sonst erscheint es ziemlich normal. Noch mehr ist dies der Fall nach weiteren 9 Stunden.

Stich in die obere Hälfte des rechten Sehhügels vor dem Corp. geniculatum.

Biegung des Halses nach rechts und rückwärts; Wälzen, Schwäche des Hintertheils, besonders rechts.

Nun wurde von links nach rechts und zugleich in der Richtung von oben schief nach abwärts eingestochen, wobei folgende Verletzung zustande kam: Ein Stichkanal dringt durch das hintere Ende des linken Corp. striatum, dann 2''' vor dem Corp. geniculat. ant. in die Oberfläche des linken Sehhügels ( $\frac{1}{2}$ ''' tief darunter) und durch die 3. Hirnkammer in den rechten Sehhügel, wo er 2''' unter der Oberfläche und etwa 1''' vor dem Corp. genicul. ant. endet. Der Durchmesser dieses mit Blut gefüllten Kanals beträgt bis  $2\frac{1}{2}$ ''' . Letzterer dringt also im rechten Sehhügel bis fast zur unteren Grenze der oberen Hälfte desselben.

Das während der Vorbereitungen zu dieser Verletzung laut schreiende unruhige Thier wurde nach derselben ganz still, dann wurde der Hals nach rechts und dann so nach rückwärts gezogen, dass es den Kopf auf den Rücken legte, worauf es sich um letzteren herum einigemal langsam von der linken Seite auf die rechte wälzte. 9 Minuten nach der Verletzung erhob es sich mühsam und machte taumelnd einige Schritte nach rechts, fiel auch wiederholt auf diese Seite — und zwar zuerst mit dem Hintertheil — nieder. Die rechte Pupille ist erweitert und reagiert auch bei stärkerer Beleuchtung nicht. Nach 4 Minuten steht es wieder auf und geht mit nach rechts gebogenem Kopfe um den Fuss des Tisches — in dessen Nähe es lag — herum, gleichsam eine Stütze für die rechte Seite suchend, wobei sich sein rechtes Knie an den Tischfuss hing. Häufig fällt es hiebei dennoch nieder, beginnt aber stets von neuem,



verliert wieder die Stütze und taumelt nach vorwärts und rechts, fällt hin und dreht sich einmal um seine Längsaxe. Athmung 48, Herzschlag 72—80, und zeigt nach je 5 normalen Pulsationen 1 Intermission, welche einer Pulsation entspricht. Später lag es längere Zeit ruhig und ganz zusammengekrümmt auf ein und demselben Platze und wurde nach 12stündiger Unterbrechung der Beobachtung noch immer in dieser Position gefunden. Die Athmung betrug jetzt 12—16, der Herzschlag 48—50; die Pupillen, wovon die rechte zuletzt noch erweitert gewesen war, jetzt gleich und normal. Es hatte auch Kothentleerung (breiig) stattgefunden. Da ich das Thier nicht zum Aufstehen bringen konnte, so erhob ich es, aber es fiel wieder um; dann versuchte ich, es von der linken Seite, auf der es bisher immer gelegen, auf die rechte zu wenden; hierauf strebte das Thier anfangs seine vorige Lage wieder einzunehmen, erhob sich aber sogleich wieder und gieng mit wankenden Schritten und gesenktem Kopfe weiter, stützte die rechte Seite an die Wand, gieng dann im Kreise nach rechts, fiel wiederholt um, stand aber wieder auf und legte sich endlich wieder ganz zusammengekrümmt auf die linke Körperseite nieder. Bezüglich der Herzbewegung war noch zu bemerken, dass anstatt der früheren Intermission 3—4 rasche und kurze intercurrierende Schläge eintraten. Nahrung wurde verschmäht. Da die Beobachtung unterbrochen werden musste, wurde jetzt das Thier durch den Genickstich getödtet.

Versuch Nr. 23. *Durchtrennung der unteren zwei Drittel des Hirnstammes vor dem Vierhügel und der Brücke.*

Contraction der Muskeln an der Bauchseite des Halses. Sehr bedeutendes Sinken der Frequenz der Herzbewegung, weniger der Athmung; Schlaffheit; Schreien des Thieres in regelmässigen Intervallen.

Mittelgrosses Kaninchen. Der Hirnstamm wurde 1''' vor dem Vierhügel und der Brücke, senkrecht, aber bloss partiell in der Weise durchschnitten, dass das obere Drittel beider Sehhügel unverletzt blieb, während die beiden unteren auf der rechten Seite nur beinahe, auf der linken dagegen gänzlich durchtrennt waren. Auf der rechten Seite war nämlich noch etwa das äussere untere Viertel unverletzt, und zwar so, dass diese Schichte innen (gegen die Mitte des Hirnstammes) ganz dünn war und nach aussen hin an Dicke zunahm.

Nach einer heftigen Bewegung im Momente der Verletzung wurde das Thier ganz still, aber sein Kopf war schon jetzt so



stark nach rechts gezogen, dass er mit der Axe des Halses einen rechten Winkel bildete, und so nach abwärts, dass die Stirn- und Nasenlinie senkrecht gegen den Boden gerichtet war. Augenspalten geschlossen; rechte Pupille etwas weiter als die linke; Ohren kalt. Der Hals des Thieres verlor etwas später immer mehr die Biegung nach rechts, während die nach abwärts zunahm; 7 Minuten nach der Verletzung war der Kopf des Thieres so stark abwärts gezogen, dass die Stirne auf der Tischplatte, wo es noch immer sass, aufruhete. 3 Minuten später liess dieser Krampf nach, trat jedoch bei Berührung des Thieres sofort wieder auf. Athmung 80, Herzschlag 160. Jetzt fiel das Thier auf die linke Seite, wobei die Krümmung des Halses, indem sich der Kopf nicht ebenfalls auf den Boden niederliess, wieder stärker hervortrat, aber bald etwas nachliess. Eine halbe Stunde später krümmte sich das Thier plötzlich wieder stark nach rechts zusammen und kam dabei auf die Füsse zu stehen; es bewegte sich aber nicht weiter, sondern fiel nach 1—1½ Minuten wieder um. Auch bei jeder Berührung biegt sich der Kopf stärker nach rechts. Athmung jetzt 54—60, Herzschlag 93—110 und sehr schwach. Eine Stunde später keine erwähnenswerte Aenderung. Nach weiteren drei Stunden schrie das Thier, nach einigen allgemeinen, aber nicht krampfhaften Bewegungen, mehrmals scharf auf. Athmung 96 und sehr oberflächlich, Herzschlag 48. Die Bulbi der halbgeöffneten Augen sind mit Staub beschmutzt, wenig oder gar nicht empfindlich, später jedoch zeigt das rechte Auge noch Empfindung beim Berühren. Nur die Extremitäten gerathen jetzt noch manchmal in Bewegung, im Uebrigen liegt das Thier ganz schlaff da. Während der folgenden 12 Stunden stiess das Thier noch sechsmal, und zwar ziemlich regelmässig etwa jede 2. Stunde, 2—3 Schreie aus, wobei es anfangs auch die Extremitäten lebhafter bewegte, sich aber später nicht mehr rührte. Als ich nun das Thier einmal emporhob, krümmte es sich nach links und machte ziemlich kräftige Bewegungen. 27 Stunden nach der Verletzung noch immer etwa derselbe Zustand; Athmung jedoch 64, Herzschlag 56. Am rechten Auge ferner ist die Empfindung jetzt vorhanden, ja die Lider bewegen sich sogar manchmal spontan. 11 Stunden später fand ich das Thier todt. Hinterfüsse und Hals waren bereits starr, die Vorderfüsse und der übrige Körper erstarrten erst später. Rechte Pupille normal, linke enger. Blut flüssig, Herz schlaff, Mastdarm mit normalen Kothballen gefüllt, in der Blase etwa 40 *gr* Harn.



Versuch Nr. 24. *Injection von concentrirter Kalilauge in die Hirnkammern.*

Sinnesstörung, Function der Halsmuskeln, während sonst Schläffheit, Pupillen- und Lidspalten-Erweiterung, Gurren der Gedärme, Schlingbewegungen mit grossem Kraftaufwand, Krämpfe, Tetanus bis zum Aufhören der Athmung. Tod (unter Verlangsamung besond. der Athembewegung) durch Lungenödem.

Starker, etwa 2jähriger Hund von  $1\frac{1}{2}$  Fuss Länge und 1 Fuss Höhe. Es wurde concentrirte Kali-Lauge zu gleicher Zeit in alle beiden Seitenventrikel des Grosshirns eingespritzt. Die Röhrennadeln waren beiderseits gerade in dem vom Corp. striatum und vorderen Kniehöcker gebildeten Winkel eingedrungen, ohne den Hirnstamm selbst zu verletzen. Die Wandung der Stichkanäle sowie die ganze Oberfläche aller 4 Ventrikel und des Aquaeduct. Sylvii wurden bei der Section mit röthlichem Brei überzogen gefunden, zu welchem die oberste von der Kalilauge berührte Schichte überall, im allgemeinen in etwa  $\frac{1}{2}$ '' Dicke, umgewandelt war, während unter ihr ein ganz schmaler blasser verwaschener Saum den Uebergang zur unveränderten Hirnsubstanz darstellte.

Der vordere dünne Theil des Fornix war in einen ähnlichen Brei verwandelt, ja selbst der über dieser Stelle liegende Theil des Balkens zeigte in seinen untersten Schichten dieselbe Veränderung und erschien dadurch fast um die Hälfte verdünnt. Die Adergeflechte wurden nicht gefunden; auch freie Flüssigkeit war nicht vorhanden. Während der Operation erfolgte Koth- und Harnentleerung.

Gleich nach dem Einspritzen hörte der Widerstand des Thieres gänzlich auf. Dasselbe erhob den Kopf straff, der Mund öffnete sich, die Zunge hing etwas heraus, die Augen öffneten sich weit, schlossen sich auch bei Berührung nicht ganz und starrten in unendliche Entfernung mit erweiterten Pupillen. Das Thier brach in ein heftiges, etwas heiseres, mehrere Sekunden anhaltendes Bellen aus; in seinem Bauche hörte man starkes Gurren und einige Minuten später traten dabei zugleich häufige, mit grosser Anstrengung vollführte Schlingbewegungen auf. Jetzt zeigten sich die Augen empfindlicher als zuvor, blieben aber offen; der Kopf senkte sich gegen die eine und die andere Seite herab; die zitternden Vorderpfoten waren nach vorwärts gestreckt, das Thier lag auf dem Bauche (vom Anfang an). Athmung 92, Herzschlag etwa 2 während jeder Athmung, also beiläufig 188. 14 Minuten nach der



Operation fehlte die Empfindung am Stamm und an den Vorderpfoten gänzlich, an den Hinterfüssen schien sie vorhanden, aber sehr abgestumpft; die Augenlider schlossen sich bei Berührung noch nicht, bloss die Nickhaut bewegte sich. 45 Minuten nach der Operation wurde der Kopf unter kurzem Stöhnen nach rückwärts gezogen, auch die Wirbelsäule bog sich krampfhaft rückwärts, die Extremitäten streckten sich steif aus, die Augenspalten öffneten sich weiter, die Athmung hörte auf, die Herzbewegung wurde immer langsamer. Nach einigen Sekunden hörte dieser Tetanus auf; die Athmungen kehrten wieder, waren anfangs oberflächlich, dann tiefer; der Herzschlag nahm an Frequenz zu. Nach kaum 4 Minuten aber stöhnte das Thier wieder, seine Extremitäten, besonders die vorderen, setzten sich in rasche Trabbewegung, die Kiefer schlugen einigemal an einander und nun hörte das knurrende Stöhnen auf, — die oben beschriebenen tetanischen Erscheinungen stellten sich wieder ein. So wiederholten sie sich in der nächsten halben Stunde noch siebenmal, wobei einmal das Stöhnen und Knurren ausblieb und einmal sich zum Bellen steigerte. Vollkommene, todesähnliche Erschlaffung trat nicht ein und während der Pausen zwischen je 2 Anfällen waren die Extremitäten in steter Bewegung. Die nun folgende halbe Stunde brachte bloss 2 Krampfanfälle, bei deren ersterem ausser dem Stamm bloss der linke Hinterfuss tetanisch wurde; als dann Erschlaffung eingetreten war, öffnete sich der Mund und in der Muskulatur der Hinterfüsse zeigten sich einige fibrilläre Zuckungen. Der 2. Anfall war vollständiger, während der darauf folgenden Pause hörte man wieder starkes Gurren in den Gedärmen und zweimal kurz nach einander entleerte sich grauer breiiger Darmkoth. Während der nächsten  $\frac{3}{4}$  Stunden stellten sich 3—4 Anfälle ein, wobei sich der Krampf entweder auf den Stamm oder auf die Kaumuskeln und 2—3 Extremitäten beschränkte; am Beginne der Pausen zeigte nun der Körper deutlichere Erschlaffung. Hierauf folgte wieder ein allgemeiner Tetanus mit Zähneknirschen und nachträglich starken Schlingbewegungen nebst fibrillären Muskelzuckungen in den Hinterfüssen. 8 Minuten später abermals ein allgemeiner Tetanus, der nach kurzer Zeit am Stamm aufhörte, worauf eine Harnentleerung stattfand, aber in der Muskulatur des Nackens der Extremitäten und des Kauapparates — allmählig abnehmend — noch 20—22 Minuten andauerte und an den Hinterfüssen zuletzt aufhörte. Die Athmung erhob sich nach Aufhören des Tetanus rasch wieder auf 80, der Herzschlag auf 140. Die



erstere wurde nach mehreren Schwankungen innerhalb weiterer 10 Minuten sehr rasch und oberflächlich, bis plötzlich eine sehr tiefe, etwa  $\frac{1}{2}$  Minute andauernde Ausathmung erfolgte, nach welcher durch 2—3 Minuten kaum eine Inspiration wahrzunehmen war, während die Expirationen mit grossem Kraftaufwand und gleichsam seufzend stattfanden; unterdessen sank der Herzschlag auf 80 herab. Dann besserte sich das Verhältniss zwischen In- und Expiration, aber die Frequenz der Athembewegung überhaupt sank innerhalb der folgenden 15 Minuten auf 6, und die anfangs auf 170 gestiegene des Herzschlages auf 120. Plötzlich streckte sich nun der Körper des Thieres, während die Hinterfüsse sich an den Bauch drückten, die Athmung wurde unterbrochen, am Stamme zeigte sich noch eine schwache, vom Hals bis zum Schweifende laufende Rückwärtskrümmung und dann — 3 Stunden 12 Minuten nach der Operation — trat die völlige Erschlaffung des Todes ein. Blut geronnen; Herz contrahiert; in den Lungen hochgradiges acutes Oedem; Gedärme und Blase leer.

### c) **Durchtrennungen.**

Versuch Nr. 25. *Abtrennung der Sehhügel etwas vor dem Vierhügel und der Varolsbrücke.*

Vorübergehende Depression, vorübergehender Kramp fzustand, dann gänzliche Erschlaffung; selbst Verletzung der Gegend des Calamus script. bringt keinen Krampf mehr hervor.

Erwachsenes Kaninchen. Nach Resection des Processus glenoid. maxillae inferior. sinist. (vorher wurde die Carotis dieser Seite unterbunden) durchschnitt ich die Sehhügel etwas vor dem Vierhügel und der Brücke vollständig. Der mit dem hinteren Theile des Hirnstammes noch in Continuität stehende Stumpf der Sehhügel und Hirnschenkel hatte — an der äusseren Seite gemessen — rechts 1—2''' , links bloss  $\frac{1}{2}$ —1''' Länge.

Im Momente der Verletzung eine heftige Bewegung, dann sass das Thier durch 2—3 Minuten ganz ruhig, fiel hierauf um, indem sich der Körperstamm rückwärts bog und zuerst die vorderen, dann auch die hinteren Extremitäten sich rasch bewegten und auch allgemeine Zuckungen eintraten. Nach einigen Sekunden lag das Thier ganz schlaff und ruhig; auf Reiz aber reagierte es, ja 10 Minuten nach der Verletzung drehte es sich in Folge von Kneipen und kam auf den Bauch zu liegen mit untergeschlagenen Beinen



und nach links herabhängendem Kopfe. Durch weitere Reizung wurde es noch zu 3—4maligem Umwälzen veranlasst, wobei man wahrnimmt, dass sich die linksseitigen Stammes- und Halsmuskeln stärker zusammenziehen, jedoch ohne jede krampfhaftige Heftigkeit. Nach weiteren 2½ Stunden, während deren das Thier, soferne es nicht gereizt wurde, unbeweglich dalag und Athmung und Herzschlag, sowie die Erregbarkeit bedeutend abgenommen hatten, stach ich mit einer gewöhnlichen Nadel durch die Membrana atlanto-occipitalis gegen den Calamus scriptorius (die Oertlichkeit etc. dieser Verletzung wurde nicht genauer untersucht). Das Thier gab einen heiseren Ton von sich, bog den Hals nach links, machte einige allgemeine, aber durchaus nicht krampfhaftige Bewegungen, die immer schlaffer wurden, dann bewegten sich die Extremitäten bloss auf Kneipen noch, und nach kurzer Zeit hatte jede Lebenserscheinung aufgehört.

Versuch Nr. 26. *Völlige Durchtrennung des Hirnstammes gerade an der Grenze zwischen Seh- und Vierhügel und vor der Varolsbrücke.*

Vollkommene Schläffheit bei erhaltener Reflexerregbarkeit. Sinken der Frequenz der Athem- und Herzbewegung; rascher Tod ohne Krampf nach Verletzung der Med. obl.

Erwachsenes Kaninchen. Etwas weiter rückwärts als im vorigen Falle, nämlich gerade in der seichten Furche, welche die seitliche Grenze zwischen Seh- und Vierhügel darstellt und an der Basis, entsprechend dem vorderen Rand der Brücke, war der Hirnstamm völlig durchtrennt worden.

Nach der ersten heftigen, im Momente des Schnittes vollführten Bewegung liegt das Thier schlaff auf dem Bauche, macht spontan nicht die geringste Bewegung, reagiert aber auf Kneipen durch eine entsprechende, jedes krampfhaften Charakters entbehrende Bewegung. Die Athem- und Herzbewegungen zeigten ½ Stunde nach der Verletzung bloss die Hälfte ihrer normalen Frequenz und nahmen innerhalb weiterer 1½ Stunden noch mehr ab. In anderer Hinsicht trat während dieser Zeit keine erwähnenswerte Aenderung ein, ausser dass das Thier matter erschien. Nun wurde mittelst einer Nadel durch das Kleinhirn in die Med. oblong. ein Stich gemacht, welcher in die eine Hälfte der Rautengrube eindringend dort eine kaum merkbare Verletzung hervorbrachte. Nach Ausstossen eines schwachen heiseren Tones und einigen schlaffen allgemeinen Bewegungen trat einige Sekunden nach dem Stiche der Tod ein.



### III. Uebersicht der durch die Verletzungen der Sehhügel hervorgerufenen Erscheinungen.

#### a) Allgemeines.

Obwohl man kaum im Stande ist, auch nur 2 ganz gleiche Verletzungen hervorzubringen und somit fast jeder einzelne Fall irgend etwas Interessantes zu bieten vermag, so besorge ich doch, dass meine übrigen, in Verletzung der Sehhügel selbst bestehenden Versuche, da sie nichts enthalten, was in den bisherigen nicht bereits vorgekommen, die gegenwärtige Arbeit bloss weitläufiger erscheinen lassen würden, ohne wesentlich zu nützen. Ueberdies hoffe ich, dass in den bisher aufgezählten Fällen bereits soviel Material vorliegt, dass man mit demselben den Versuch einer Lösung der betreffs der Sehhügelfunction bestehenden Widersprüche und eine Skizzierung dieser Function wagen könne.

Die bisher beschriebenen Erscheinungen fassen nicht bloss den augenblicklichen Effect der Verletzung in sich, sondern auch alle diejenigen Wirkungen der letzteren, welche innerhalb einiger Stunden, ja innerhalb des ganzen Verlaufes der dadurch bedingten Erkrankung des Organismus, während einer möglichst langen Beobachtungsdauer, wahrzunehmen waren. Die Frage, ob die nicht unmittelbar, sondern erst später, nach der Verletzung eines Hirntheiles, beobachteten Erscheinungen zu Schlüssen bezüglich der Function desselben benützt werden dürften, wird wohl kaum aufgeworfen werden; wohl aber kann man mit Recht fragen, ob das Hinzutreten von Functionsstörungen anderer Hirnthteile zu den vom verletzten selbst ausgehenden Erscheinungen, diese nicht noch complicierter, unverständlicher, somit weniger benützbar machen werde?

Wenn man jedoch bedenkt, dass auch die unmittelbaren Folgen einer Sehhügelverletzung einerseits unter Mitwirkung der Hemisphären, andererseits bloss durch Vermittlung der weiter rückwärts gelegenen Centraltheile zur Aeusserung gelangen können, und man also auch dann auf Ausschliessung der Functionen anderer Theile angewiesen ist, um sich vor Trugschlüssen zu bewahren, so darf man wohl der Beachtung von im späteren Verlaufe der Läsionen eintretenden Erscheinungen bereits einige Berechtigung zuerkennen.



Dies muss um so eher gestattet sein bei einem Organe, dessen Verletzung Störungen der Function an einem so wichtigen Theile des Gefässsystems, wie das Herz ist, unmittelbar nach sich zieht, sowie jenen, mit gutem Grunde der Function des Gefässsystems zugeschriebenen, Wechsel zwischen Hyperkinesie und normaler oder mehr weniger deprimierter Bewegung, der sich im Auftreten von epileptiformen oder wahrhaft epileptischen Anfällen äussert. Auch die obige Versuchsreihe an sich (bei welcher Meningitis und ausgebreitete Entzündung der Hirnsubstanz ausgeschlossen sind, wenn auch nicht Wundinfection überhaupt), dürfte im Stande sein, die Nothwendigkeit längerer Beobachtung und die Berücksichtigung aller Erscheinungen während des ganzen Verlaufes, beim Aufstellen unserer Diagnose der Sehhügelfunction, darzuthun.

Ich verweise z. B. nur auf den Versuch Nr. 14, wo 23 Minuten nach der Verletzung Tod unter allgemeinem Tetanus erfolgte, obwohl anfangs keine besonders auffallenden Erscheinungen und etwas später bloss anfallsweise Wälzbewegungen eingetreten waren. Nothnagel's Resultat bezüglich der Zerstörung der Sehhügel scheint — soviel die hier beschriebenen Versuche zu urtheilen gestatten — ebenfalls auf sehr kurzer Beobachtungsdauer zu beruhen. Hierauf weisen auch die Resultate noch vieler anderer Forscher hin, sowie auch auf den Umstand, dass sie ihre Aufmerksamkeit mehr weniger ausschliesslich einer einzelnen Erscheinung zuwandten. Es kann daher nicht zu sehr auffallen, wenn ohne diese Beschränkungen sich ein Beobachtungsergebniss ergab, welches die Resultate fast aller bisherigen Experimentatoren in sich enthält.

Wir sahen Depressionserscheinungen des verschiedensten Grades, welche mit der von Nothnagel im vorerwähnten Versuch beobachteten Passivität des sich sonst nicht auffallend abnorm verhaltenden Thieres vielleicht identisch sind; ferner mehr weniger anhaltende, bis zur Halbmesser-(Uhrzeiger-)Drehung sich steigernde Manögebewegung nach der verletzten und nach der entgegengesetzten Seite hin, sowie verschiedene Zwangsstellungen — worunter auch eine durch Drehung des Kopfes um die Längsaxe bedingte vorkam, — und Hyperkinesie, partiell und allgemein, in verschiedenen Graden, anfallsweise oder dauernd, mit Vorwärtsbewegung, mit Seitwärts- oder Rückwärtsfallen, oder mit Wälzen des Körpers um seine Längsaxe. Wir fanden Beziehungen der Sehhügel zu der Sehwaahrnehmung und der Pupillenbewegung, aber auch zu den Functionen aller anderen Sinnesorgane, insoferne allgemeine



Depression und besonders scheintodtähnlicher Zustand dieselben mitbeeinflusst, insoferne also eine Hemmungsthätigkeit — wie sie von Setschenow bereits angenommen und auch von Eckhardt mit einer gewissen Einschränkung anerkannt wurde — auf die Sinnes-, wie auch auf die Bewegungsorgane, als vom Sehhügel ausgehend, angenommen werden kann. Diesen hemmenden Einfluss constatirten wir auch bezüglich der Athmungs- und Herzbewegungen. Ausserdem bestätigte sich ferner die Angabe Budge's, dass aus diesem Hirnthteile, die Ped. cerebri dazu gerechnet, die Gefässe des ganzen Körpers beeinflusst werden, — indem wir einerseits Sinken der Temperatur in den Ohren, dem After und unter der Haut, mit Blässe der Ohren und Frostschauern, andererseits Hyperämie und Hyperästhesie des Kopfes zu beobachten Gelegenheit hatten. Endlich fanden wir auch eine Beeinflussung der Gedärme und Harnorgane und im gewissen Masse auch der Excrete durch den Sehhügel, welche möglicherweise mit der von Schiff angegebenen Wirkung auf die Darmgefässe (von Eckhardt und Affanasieff bestätigt) zusammenfällt.

Wenn die grosse Mannigfaltigkeit der nach den einzelnen Verletzungen des Sehhügels wahrgenommenen Erscheinungen einerseits das Auffinden der eigenthümlichen Bedingungen, wovon jede einzelne abhängt, erschwert, so sind andererseits vielleicht die verschiedenen Gradabstufungen der einzelnen und das Verhalten aller zu einander geeignet, uns Anhaltspunkte zu richtiger Beurtheilung ihres Zusammenhanges und ihrer Abhängigkeit von den verschiedenen Theilen des Sehhügels zu liefern. Betrachten wir also von diesem Standpunkte aus die Hapterscheinungen aus unserer Versuchsreihe näher.

#### b) **Specielles.**

1. Depression: Fast nach allen Verletzungen der Sehhügel trat sie mehr oder minder hochgradig und durch kürzere oder längere Zeit andauernd ein. Im weitesten Sinne ist auch die Entfernung der Hemisphären hieher zu rechnen, da ja der hiebei stattfindende unmittelbare Zutritt der Luft, als völlig fremder Einfluss, kaum gleichgiltig sein kann, und da alle vom Grosshirn zuströmenden Anregungen wegfallen.

Die Depression nach Entfernung der Grosshirnhemisphären ist nur gering und hiemit in Uebereinstimmung auch die nach wirklicher unmittelbarer Verletzung des obersten Drittels der Sehhügelmasse auftretende, obwohl sie bereits deutlich hervorsticht (und zwar bei Hunden deutlicher als bei Kaninchen).



Auch das mittlere Drittel unterscheidet sich diesbezüglich nicht von dem oberen. Wohl aber ist dies im hohen Grade bei dem unteren Drittel, bei der unmittelbar auf der Hirnbasis liegenden grauen Substanz, der Fall. Jede Verletzung derselben, wenn sie auf 1'' Tiefe eindrang, hatte ausgesprochene Depression zur Folge, ganz besonders aber, wenn sie die Mitte des Tub. cinereum traf. (V. Nr. 10.)

Nach gänzlicher Abtrennung der Sehhügel vom hinteren Theile des Hirnstammes kann ebenfalls noch insofern Depression wahrgenommen werden, als nicht immer unmittelbar auf die Durchschneidung Krämpfe folgen, ja auch ganz ausbleiben. Stets aber ist hier die Depression — wenn es wirklich eine, der vom Sehhügel ausgehenden ähnliche ist — bloss rasch vorübergehend, ebenso wie die etwa darauf folgenden Krämpfe, und es erfolgt unter Abnahme aller Functionen sehr bald der Tod. Der höchste Grad von Depression, welcher als kurzer Scheintod nach epileptischen Anfällen wahrgenommen wurde (Versuch Nr. 8 und in der Bemerkung auf Seite 39), konnte nie unmittelbar durch Verletzung eines Sehhügeltheiles hervorgerufen werden. Dies mag aber wohl darauf beruhen, dass auch kleine Trennungen des Zusammenhanges eine entsprechende Partie des von ihnen betroffenen Centralgebildes lähmen, auf welches sie hiebei demnach nicht in seiner ganzen Ausdehnung reizend wirken; ferner dass zur Erregung des höchsten Depressionsgrades eben eine Reizung des ganzen hemmenden Apparates nöthig ist, welche nur durch Zusammenwirken aller oder doch der meisten auf die Sehhügel wirkenden anderen Centralgebilde hervorgebracht werden kann. Es ist nicht bloss Krampfzustand, wodurch dieser Grad — und demnach wahrscheinlich auch andere Grade — der Hemmungsthätigkeit in den Sehhügeln ausgelöst wird, sondern, wie pathologische Thatsachen darthun, auch andere Zustände, welche die Depression weniger als Folge blosser Erschöpfung (als etwas Passives), sondern als eine wahrhaftige Action darstellen, wie es auch die Sehhügelverletzungen thun. Die Regulierung der Bewegungen im Normalzustande und die normale Reflexhemmung dürften der Ausdruck des geringsten Grades dieser Action sein, welche in ihren höheren Graden vielleicht jene Zustände hervorbringt, die wir stufenweise als Taumel, Betäubung, Schlaf, Sopor, Ohnmacht, Bewusstlosigkeit zu bezeichnen pflegen; ja vielleicht gehört selbst manches, was als cerebrale Lähmung gilt, hieher.



2. Störungen der Sinnesfunctionen. In dem Zustande einer, an allen oder den meisten Centraltheilen sich äussernden Depression ist auch der Einfluss der Sehhügel, von denen diese Depression ausgeht, auf alle Sinnesorgane bereits enthalten. Die Beziehung des Sehorgans zur Sehhügelfunction ist schon längst experimentell nachgewiesen; die vorliegenden Versuche bestätigen dieselbe. Verletzungen in der Nähe der Corp. geniculata hatten Hyperästhesie des Auges der entgegengesetzten Seite, mit reichlicherer Thränen- und Schleimabsonderung zur Folge. Wurde die obere Hälfte der Sehhügel etwas weiter vorwärts, oder der vorderste um das Chiasma liegende Theil der grauen basalen Substanz (Lam. perfor. ant.) verletzt, so traten ausgesprochene Sehstörungen nebst Erweiterung der Pupille auf der entgegengesetzten Seite (anfangs auf beiden Seiten) auf. Läsion des Tub. cin. hatte Pupillenverengung der verletzten Seite zur Folge. Die durch Verwundung des oberen Sehhügeltheiles bedingte Pupillenerweiterung war mitunter eine vorübergehende, ein andermal dagegen dauernd. (V. Nr. 13—16.)

Auf Störungen in der Sphäre des Gehörorgans deutete die wiederholt beobachtete horchende Stellung mit Spitzen der Ohren, andererseits das Nichterschrecken bei plötzlichen Geräuschen, wie auch erhöhte Schreckbarkeit durch dieselben, die ich nach Verletzung des vorderen oberen Theiles der Sehhügel bei unveränderten Pupillen beobachtete, und etwa die nach Durchtrennungen des vordersten Sehhügeltheiles und (bloss einmal) auch nach Durchtrennung des hinteren Theiles der oberen Sehhügelhälfte beobachtete Injection der Ohrgefässe.

Was den Geruchs- und Geschmackssinn anbelangt, kann ich bloss das Unvermögen zur Aufsuchung und Erkennung des Futters und Getränkes anführen, welches einigermassen auch auf Alteration des Tastsinnes hindeutet. Bezüglich des letzteren wäre nur noch das Aufstützen der Vorderbeine auf die untersten oder gar zweituntersten Gelenke zu erwähnen, welches ich bloss bei Hunden nach Verletzung des vorderen oberen Sehhügeltheiles beobachtete, und etwa das Haschen des Thieres beim Ergreifen der Nahrung nach der Seite hin, auf welcher der vordere Theil der Basalschichte durchtrennt war. (V. Nr. 5.)

3. Wirkung der Sehhügel auf die Eingeweide: Gedärme und Harnorgane.



In den meisten der angeführten Versuche wurde Beschleunigung, Häufigerwerden der Entleerungen, Vermehrung der Harnsecretion beobachtet, z. B. V. Nr. 4; auch kam Verflüssigung des Dickdarm-Inhaltes vor (V. Nr. 6, 9 u. 18). Nach gänzlicher Abtrennung der Sehhügel vom hinteren Theile des Hirnstammes fanden keine Entleerungen mehr statt, ja selbst nach partieller Durchschneidung (vorderer unterer Theil, V. Nr. 11, hinterer unterer Theil, V. Nr. 23) war dies der Fall. Im ganzen zeigten Verletzungen der basalen grauen Substanz einen grösseren Einfluss. Insbesondere wirkte die der Lam. perf. ant. sehr deutlich auf die Harnsecretion und Ausscheidung; dagegen (V. Nr. 6) schien die des hinteren Theils (Lam. perf. post.) auf die Gedärme, welche in einem solchen Falle (V. Nr. 12) ganz leer und bis zum Verschwinden des Lumens contrahiert gefunden wurden, zu wirken. Aber auch der Versuch Nr. 24, in welchem gleich nach Injection der ätzenden Flüssigkeit in die Seitenventrikel starkes Gurren der Gedärme und Schluckbewegungen mit sichtbar grossem Kraftaufwande (die sonst niemals beobachtet wurden) zur Aeusserung gelangten, deutet auf eine Beziehung des oberen, oder wahrscheinlicher des inneren Theiles der Sehhügel zu diesen Erscheinungen hin. Freilich übrigens sind die Beobachtungen in diesem Versuche zu vieldeutig, als dass man sich mit Sicherheit darauf stützen könnte. Auch gestehe ich, dass ich nicht immer, und oft nicht mit entsprechender Genauigkeit, auf Erscheinungen dieser Art geachtet habe. Jedoch ist mir aus der Gesammtheit meiner Versuche der Eindruck geblieben, dass die Sehhügel mehr als irgend welcher andere Centraltheil auf die genannten Eingeweide wirken. Schon die Thatsache, dass durch die Vagi Sehhügeleinflüsse ihren Weg nehmen (V. Nr. 10) muss hierauf aufmerksam machen, sowie der von anderer Seite constatierte Einfluss auf die Darmgefässe. Auch die unleugbare Bedeutung dieses Hirnthteils für die Brustorgane regt zu der Vermuthung an, dass er eine ähnliche Bedeutung auch für alle Bauchorgane besitzen könne. Jedenfalls sind diesbezüglich noch genaue Forschungen nothwendig.

Was ich auf Grund meiner Versuche für festgestellt erachte, ist:

Die Verlangsamung der Herz- und Athembewegungen als Folge von Reizzuständen des unteren Drittels der Sehhügel. Der höchste Grad dieser Verlangsamung fand nach Verletzung etwas oberhalb der Mitte des Tub. cin. statt (V. Nr. 10 u. 12)



und erstreckte sich auf beide Functionen etwa gleichmässig. Nach Abschürfung an der untersten Schichte des Tub. cin. (V. Nr. 9) nahm zuerst und am bedeutendsten die Frequenz des Herzschlages ab; ja die der Athmung blieb bis nahe zum Tode des Thieres eine normale. Nach Durchtrennung des unteren Drittels der Sehhügel vor der Mitte des Tub. cin. (V. Nr. 11) fand die Verlangsamung beider Functionen ebenfalls statt, jedoch bloss bis zur Hälfte der normalen Frequenz, während sie nach Verletzung der Mitte des Tub. cin. selbst, etwas unter diese Hälfte hinabreichte. In Folge von Durchtrennung der unteren zwei Drittel hinter dem Tub. cin. (V. Nr. 23) sank die Athmung im ganzen nur wenig — die Zeit kurz vor dem Tode natürlich nicht gerechnet, — während dies bezüglich der Frequenz der Herzbewegung, von dem Zeitpunkte der Verletzung an, in viel grösserem Masse der Fall war. Durch Verletzung der Lam. perf. ant. wurde ebenso wie durch die des vorderen Theiles vom Tub. cin. — Durchschneidung ausgenommen — stets ebenfalls ausgesprochene Verlangsamung der Athmungs- und Herzbewegung hervorgebracht; aber hier überwog die der ersteren. (V. Nr. 6—8.) Dieselbe gieng nämlich bis zur Hälfte der normalen Frequenz, oder diesem Grade doch nahe, während der Herzschlag frequenter blieb. Nach Durchschneidung der oberen Hälfte der Sehhügel vor dem Vierhügel endlich, fand ein ununterbrochenes Sinken der Athmungsfrequenz statt, während die des Herzschlages erst vor dem Tode in bedeutenderem Masse abnahm. (V. Nr. 8.) Wenn man nun die Wirkung gänzlicher Abtrennung der Sehhügel vom hinteren Theile des Hirnstammes, deren schon in der Bemerkung auf S. 19 Erwähnung geschah — nämlich das anfängliche Verbleiben beider Functionen auf der Hälfte ihrer Normal-Frequenz durch einige Zeit und ihr hierauf folgendes gleichzeitiges und gleichmässiges Sinken bis zum Tode, in Betracht zieht, so dürfte man wohl folgende Erklärung der eben erwähnten Unterschiede wagen können:

Die Wirkung der im Tub. cin. befindlichen Centralstelle auf das Herz wird durch Bahnen vermittelt, welche im unteren Drittel zum hinteren Theil des Hirnstammes treten; dagegen laufen jene Bahnen, welche den die Athmungsbewegungen verlangsamen den Einfluss leiten, bei ihrem Uebertritt in den hinteren Hirnstamm, in der oberen Hälfte, oder gar im oberen Drittel der Sehhügel, und das Centrum, von welchem sie stammen, liegt dicht vor dem der Herzbewegungen. Werden diese Centralstellen selbst verletzt, so



werden sie hiedurch zum Theil gereizt und zum Theil gelähmt. Ihre Lähmung aber ist, wie die gänzliche Abtrennung der Sehhügel vom hinteren Hirnstamme nachweist, nicht mit Beschleunigung der Athmungs- und Herzbewegung verbunden, sondern ebenfalls mit Verlangsamung derselben. Es geht also mit dem hemmenden Einfluss zugleich diesen beiden Functionen auch ein belebender, erhaltender verloren, und so erscheint es als ganz natürlich, dass tiefergreifende Zerstörung der denselben liefernden Centralstellen, eine fortschreitende Abnahme dieser Functionen — die jedoch stets wenigstens so lange Zeit beansprucht als jene, welche nach Abtrennung der Sehhügel erfolgt, — nach sich zieht, obwohl die anderen Theile der Sehhügel noch unversehrt und mit dem Hirnstamm in Continuität sind.

Die zwei oberen Drittel der Sehhügel bewirken, wenn sie verletzt werden, nur geringe Verlangsamung der Athem- und Herzbewegungen bei Kaninchen, um vieles bedeutendere, jedoch vorübergehende bei Hunden. Dieser Einfluss der oberen zwei Drittel ist somit augenscheinlich, wie der der Lam. perf. ant., wenn auch nicht bloss ein centripetaler, so doch ein bloss auslösender und nicht unmittelbarer.

Bemerkenswert ist, dass diese Hemmungswirkung der Sehhügel mit der als allgemeine Depression sich äussernden und mit dem Sinken der Temperatur, also auch mit der Contraction der Gefässe, stets gleichzeitig und wenigstens annähernd auch in gleichem Grade auftritt. Ist die Verlangsamung der Athmungs- und Herzbewegung Folge von Aufhören des Sehhügeleinflusses, so kann sie natürlich nicht mehr für Hemmung gelten. Die nach Verletzung des unteren Drittels vorkommende Injection der Ohren, sowie die wahrscheinlich mit solchen Hyperämien verbundenen partiellen Hyperästhesien, ferner die ebenfalls nach solchen Verletzungen auftretenden partiellen und allgemeinen Hyperkinesien, widersprechen daher der obigen Vermuthung nicht; sie sind ja augenscheinlich (wie die Gesammterscheinungen der einschlägigen Versuche überhaupt) theils von Lähmung des Sehhügels, theils vom Reizungszustand desselben bedingt.

4. Störungen der Muskelthätigkeit. Es handelt sich hier besonders um die Thätigkeit jener Muskulatur, welche zur Bewegung des Stammes, Halses, Kopfes (und all seiner einzelnen Theile) und der Extremitäten dient. Es ist bereits bekannt, dass



die Function dieser Muskulatur auch nach Exstirpation der Grosshirnhemisphären weder betreffs der Coordination, noch auch der Intensität irgend eine augenfällige Aenderung darbietet, sondern wie die der sog. vegetativen Muskulatur ungestört vor sich geht, obwohl ihre Beeinflussbarkeit durch die Function der Hemisphären ihnen die Benennung Willensmuskulatur verschafft hat. Wenn nun bereits während des Normalzustandes, also beim Vorhandensein des Hemisphäreneinflusses, die Thätigkeit dieser Muskulatur nicht bloss bei der Athmung, sondern auch bei der willkürlichsten Körperbewegung, zum grossen Theil unwillkürlich, wenigstens ohne Bewusstwerden ihrer Einzelheiten, stattfindet, so ist dies um so mehr nach Verletzungen der Sehhügel der Fall. Die nach denselben eintretenden Störungen haben bei erhaltenen Hemisphären auch den Einfluss dieser letzteren zu überwinden und der Umstand, dass dies wirklich geschieht, stellt die Sehhügel als ein den Hemisphären an Wichtigkeit für die Körperbewegungen und überhaupt für die Erhaltung des Organismus mindestens ebenbürtiges Centralgebilde dar.

Wir beobachteten in unserer Versuchsreihe alle Grade der Muskelthätigkeit, von der völligen Schlaffheit und Bewegungslosigkeit und der langsamen Bewegung bis zum krampfhaften Laufen und zum allgemeinen Tetanus. Ferner konnten sich all' diese Gradabstufungen mehr weniger partiell oder allgemein, auf einer oder der andern Seite, oder auf beiden zugleich, symmetrisch und gleichmässig, oder in verschiedenem Grade und verschiedener Ausbreitung, äussern. Je nachdem in Folge einer Verletzung die Muskelthätigkeit der einen Seite die der anderen, — unter gleichzeitigem Erhaltenbleiben eines entsprechenden Grades des Willenseinflusses — überwog, entstanden die verschiedenen Abstufungen der sog. Manègebewegung, das Beschreiben von Kreisen während des Gehens oder Laufens, deren Durchmesser die verschiedenste Grösse hatte, bis zur sog. Halbmesser-(Uhrzeiger-)Drehung des Thieres. Auch wenn bloss ein Theil der Muskulatur einer Seite überwiegende Function äusserte, z. B. die des Halses, schien es zum Hervorbringen von Manègebewegung mitunter zu genügen. Es fand ferner auch ein Nacheinander-Erfolgen von überwiegender Thätigkeit benachbarter Muskelgruppen statt. So sahen wir nach Beugung des Halses gegen eine Seite gleich eine solche nach rückwärts eintreten, wodurch der Kopf eine drehende Bewegung erfuhr. (S. 38 und Versuch Nr. 22.) Dieselbe Erscheinung beobachteten wir auch am Stamme, besonders



an dessen Vordertheil, stets verbunden mit der gleichzeitigen des Halses, nie — wie die letztere — auch für sich allein. In dieser Weise kam Wälzen des Körpers um seine Längsaxe zustande, und zwar sowohl mit etwa normaler, als auch mit krampfhafter Intensität.

Ueberwog die Thätigkeit nach zwei einander nicht entgegengesetzten Richtungen hin gleichzeitig, so entstand eine entsprechende Mittelstellung von mehr weniger langer Dauer. So z. B. besonders die in der Bemerkung auf Seite 39 erwähnte und auch im Versuch Nr. 16 vorgekommene Fixierung des Kopfes in einer solchen Position, dass er um seine Längsaxe gedreht erschien.

Als besonders wichtig ist hervorzuheben, dass sowohl die den normalen Intensitätsgrad nicht überschreitende, als auch die bis zum Krampfstande gesteigerte Muskelfunction in der Form mehr weniger regelmässiger Anfälle erscheinen konnte. Diese Anfälle waren meist von geringer Dauer, während die sie trennenden Intervalle diesbezüglich grosse Verschiedenheiten zeigten. Diese Anfälle konnten, so wie die vorerwähnten Abnormitäten der Bewegung, partiell oder allgemein, symmetrisch oder mehr weniger einseitig auftreten. Manchmal zogen sie vorübergehenden Scheintod, ein andermal wirklichen Tod nach sich.

In welcher Beziehung standen nun diese diversen Formen von Coordinationsstörung der Willensmuskulatur mit der Oertlichkeit und Beschaffenheit der Verletzungen? Oder — was ebensoviel ist — welche Theile der Sehhügel beeinflussen diesbezüglich die einzelnen Theile des Körpers? Dies auf Grund der mitgetheilten Versuchsreihe präzise beantworten zu wollen, davon bin ich weit entfernt und hoffe nur, dass diese Aufgabe Anderen, Berufeneren nach eingehender Forschung bald gelingen werde. Ich glaube jedoch in Folgendem mindestens Anhaltspunkte für weitere Forschung bieten zu können.

Verletzung des unteren Drittels der grauen Sehhügelsubstanz bringt immer Manègebewegung, und zwar nach der verletzten Seite hin, hervor, die jedoch durch die stark ausgeprägte Depression für mehr weniger lange Zeit verdeckt wird. Dasselbe ist der Fall, wenn Durchtrennung des vordersten Theiles dieser grauen Substanz und zugleich des Pedunc. cerebri einer Seite an seinem vordersten Theile stattfindet (Seite 15), indem die Muskelthätigkeit auf der Seite des undurchtrennten Ped. c. überwiegt. Dagegen erfolgt Manègebewegung nach der nicht



verletzten Seite hin, wenn ein *Pedunculus cerebri* entsprechend dem hinteren Theile seines Sehhügels durchtrennt wird; ferner wenn man die obere Hälfte eines Sehhügels verletzt. Sind beide Sehhügel lädiert, so zeigen sich entsprechend combinirte Erscheinungen. Bis zu einem gewissen Grade wächst nämlich der Effect mit der Grösse der Verwundung, was um so eher dann möglich, wenn auf der einen Seite die obere, auf der anderen die untere Schichte verletzt ist. Nahezu gleiche Verletzungen beider Sehhügel in derselben Schichte bedingten keine Manègebewegung. Nach vorne hin scheint die obere Hälfte der Sehhügel in dieser Beziehung wirksamer zu sein, als hinten. Verletzungen der Sehhügel gegen ihre äussere Seite zu bedingten weniger intensive, vom Willen augenscheinlich leichter zu besiegende Manègebewegung als solche des inneren Theiles, und es erfolgte rascher und leichter die Heilung.

Läsion (querlaufende) der grauen Substanz in der Nähe des vorderen Randes der Varolsbrücke verursachte Biegung des Halses bauchwärts (V. Nr. 13); es erfolgte Abweichung nach der verletzten Seite, wenn ein senkrecht von unten angebrachter blosser Stich daselbst eindrang. (Im V. Nr. 13 hatte die partielle Durchtrennung des einen Hirnschenkels zugleich Ueberwiegen der Muskelthätigkeit auf der anderen Seite bewirkt, ferner tetanischen Zustand der Extremitäten, über den später die Rede sein wird.) Partielle, sowie vollständige Durchtrennung der oberen Hälfte und Verletzungen geringerer Ausbreitung im vorderen Theile der Sehhügel bewirken überwiegende Thätigkeit der Muskulatur auf der Rückseite des Körpers. Auch bezüglich der Function der Extremitäten verweisen die Erscheinungen vorzüglich auf den vorderen Theil der Sehhügel, und zwar scheint die für die hinteren Extremitäten bestimmte Partie oberhalb der die vorderen versehenden Partie zu liegen. (V. Nr. 8.) Beide sind in der Nähe der die Antlitzmuskeln beeinflussenden Centralstelle, während die auf den Stamm wirkende sich mehr rückwärts befindet. Die vom Sehhügel nach den weiter rückwärts gelegenen Centralstellen ziehenden, auf die Extremitäten bezüglichen Bahnen laufen wenigstens zum Theil — vielleicht ihr centripetaler Theil — in der mittleren Schichte und die durch sie vermittelte Leitung ist scheinbar eine gekreuzte (s. V. Nr. 20).

Durchtrennung der oberen zwei Drittel der Sehhügel vor dem Corp. quadrigem., sowie des unteren Drittels im vorderen Theile des Tub. cin. hatten vorübergehende Erweiterung der Augenspalten —



welche sich auch bei Berührung nicht schlossen — zur Folge. (V. Nr. 20 und 11.) Verletzung des Tub. cin. (V. Nr. 10) bewirkte mit gleichzeitiger Hyperästhesie derselben Seite des Kopfes auch Verengung der Lidspalte und Pupille. Auch in Folge einer Verletzung des Corp. geniculat. (vielleicht ist hier das Gangl. ped. pincal. gemeint) zeigte sich nebst verstärkter Thränen- und späterhin Schleimabsonderung Verengung der Lidspalte. Durchtrennung des vom Vierhügel zum Corp. geniculat. an der inneren oberen Kante des Sehhügels laufenden Markstreifens, die mir einmal gelungen ist, hatte Stillstand der Nickhaut zur Folge (so dass sie nicht mehr vor den Bulbus gezogen werden konnte). Verletzung jenes Ganglions selbst hatte hohe heftige Sprünge gegen die entgegengesetzte Seite, Halbmesserdrehung, Nichtschliessen der offenen Augenspalten, Pupillenerweiterung, Einwärtsdrehung des linken Bulbus zur Folge; die Erscheinung an den Augen dauerte etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde, die übrigen bloss 2—3 Minuten, dann erschien das Thier normal. Nach Abtrennung des grössten, besonders des unteren Theiles der Sehhügel vom hinteren Hirnstamme im V. Nr. 5 trat bleibende Empfindungslosigkeit der Augen, Lähmung der Kaumuskeln und der Zunge ein (das Versuchsthier war ein Hund), Erscheinungen, welche bei Kaninchen nie in so auffallendem Masse beobachtet wurden. Gänzliche Durchstechung eines Sehhügels von oben nach unten bewirkte Manègebewegung nach der verletzten Seite hin; die Wirkung der unteren Schichte überwog also die der oberen (V. S. 38).

Bei der Entwicklung von Krampfzuständen spielt ebenfalls die untere Schichte die Hauptrolle, denn schon geringe Verletzungen derselben genügten, um früher oder später Krampfanfälle herbeizuführen. Die zunächst eingetretene Depression, mit welcher fast immer partielle Hyperämie und Hyperästhesie (des Kopfes) auf der Seite der Verletzung verbunden war, machte nämlich zeitweise (und wohl endlich dauernd) dem zur Entstehung vom Krämpfen nöthigen Reizungszustande Platz, welcher bis zu einer gewissen Zeit und in gewissem Grade im Stande war, die reflexhemmende Wirkung wieder auszulösen. Je tiefer die Verletzung in die untere Schichte eindrang, um so rascher entwickelte sich der Krampfzustand. Wie wichtig diesbezüglich übrigens auch die oberen Schichten sind, zeigt das rasche Eintreten allgemeiner Krämpfe nach Durchtrennung der oberen zwei Drittel vor dem Vierhügel (V. Nr. 20), wodurch in kurzer Zeit der Tod herbeigeführt wurde. Auch nach anderen Verletzungen dieser Schichten bildeten sich Krampfanfälle aus, wenn sie nicht



bloss an der Oberfläche oder nahe derselben und wenn sie nicht, besonders in senkrechter Richtung, zu wenig umfangreich waren. Dieser letztere Umstand bildet das unterscheidende Merkmal bezüglich dieses Einflusses, zwischen den oberen zwei Dritteln und der unteren Schichte. Wahrscheinlich kommt den ersteren eine bloss auslösende Rolle zu, indem sie von anderen Centralstellen zufließende Anregungen, auf die untere Schichte übertragen, welche darauf mit ihrem hemmenden, aber doch auch zugleich belebenden, erhaltenden Einfluss reagiert. Dieser muss nach kleinen Verletzungen in kleineren, nach grösseren in umfangreicheren Bezirken aufhören oder schwächer werden, und diese Bezirke müssen durch Entzündungsvorgänge in der nächsten Umgebung der verletzten Stelle — im späteren Verlaufe — vergrössert werden. Im Versuche Nr. 9 war augenscheinlich bloss die von dem Fremdkörper ausgegangene Entzündung die Ursache des ziemlich spät aufgetretenen Krampfunges. Der letztere begann mit Anfällen von Kauenbewegung, worauf später Anfälle von Trismus mit Krampf der Nacken- und endlich auch der übrigen Muskulatur folgten. Es muss hervorgehoben werden, dass an den Gesichtsmuskeln die Erscheinungen von Bewegungsstörung sonst fast nur in Form von Krampf auftraten; bloss das beim Bestreben die Nahrung zu erfassen wahrgenommene Abweichen des Kopfes nach der verletzten Seite hin (z. B. im V. Nr. 18) könnte als ein geringerer Grad überwiegender Function des Gesichtsmuskeln — nebst der der Halsmuskeln — aufgefasst werden. Sehr bemerkenswert ist ferner der Umstand, dass der Krampfunges nie unmittelbar, sondern stets erst nach einiger Zeit (die kürzeste betrug 8 Minuten) der Verletzung folgte und immer am oberen Theile des Körpers begann.

In den Versuchen Nr. 8, 9, 11, 15, 18, 19 und 20 beobachteten wir entweder zugleich mit Krampf der Halsmuskeln und später auch mit dem der übrigen Muskulatur, oder auch schon vorher, krampfhaftes Verziehen der Schnauze (15, 18, 19) oder Trismus. Im V. Nr. 19 gesellte sich zum Krampfe der Gesichtsmuskeln auch Halbmesserdrehung, welche von ersterem hervorgebracht zu sein schien, indem das Thier, gleichsam dem an den Gesichtsmuskeln stattfindenden Zuge folgend, sich gegen die betroffene Seite hin drehte, ebenso wie es sich in anderen Fällen mit Krampf der Nackenmuskeln auf das Hintertheil erhob. Dem anfallsweise auftretenden Kauen entspricht das anfallsweise, mehr weniger



krampfhaftes Laufen. (V. Nr. 8.) Die Stelle, von welcher der Krampfstand zur Entwicklung gebracht wird, ist — wie das Beginnen desselben am oberen Theile des Körpers anzeigt — stets ein und dieselbe, nämlich diejenige, welche den Kopf und Hals — wahrscheinlich die am Kopfe sich inserierenden Muskeln desselben — beeinflusst. Dieses Centrum dürfte sich (für die Gesichtsmuskeln) im vorderen unteren Theile der Sehhügel befinden; denn der Krampf trat nach der Verletzung dieser Oertlichkeit (V. Nr. 11) ebensobald ein, wie nach Durchtrennung der oberen zwei Drittel vor dem Vierhügel, und war nicht mit auffallendem Zähneknirschen und sonstigem Gesichtsmuskelkrampf verbunden, weil ein Theil des Centrums ausser Wirksamkeit sein musste. Wo dieser Krampfstand in Folge von Durchtrennung oberer Schichten auftrat, war wohl Leitungsunterbrechung die Ursache. Auch die bekannte Beziehung der Lamina perf. ant. zum Geruchssinn, also auch zur Nase, weist auf die Richtigkeit des eben Ausgesprochenen hin und macht auch den Einfluss dieser Centralstelle auf die Athmung erklärlicher, da ja der Geruchssinn von den Athembewegungen im gewissen Masse abhängig ist und vice versa.

Die in 2 Versuchen beobachtete wahrhafte, künstlich hervorgerufene Epilepsie (V. Nr. 8 u. S. 40), nämlich Krampfinsulte mit nachfolgender vollkommener Empfindungs- und Bewegungslosigkeit, unterscheidet sich von jener, welche Brown-Séquard durch Verletzung des Rückenmarkes erzeugt hat, durch die so bedeutend kürzere Zeit, welche zu ihrem Zustandekommen nöthig war. In Brown-Séquard's Fällen bedurfte es hiezu dreier Wochen, im Falle Nr. 6 unserer Versuchsreihe dagegen bloss 7 Viertelstunden, bei weniger vollständigen Anfällen aber noch viel kürzerer Zeit, selbst bloss einiger Minuten. Sowohl bei der spinalen Epilepsie Brown-Séquard's, als bei der zufolge Verletzung des Thalam. opt. entstandenen, war Reizung der Gesichtshaut die Gelegenheitsursache, wodurch der Insult herbeigeführt wurde, ein Umstand, welcher darauf hinweist, dass die Centralstelle, von welcher die Epilepsie besonders abhängt — wo immer die zur Entstehung der letzteren führende Verletzung auch ihren Sitz haben mochte — stets eine und dieselbe ist. Die kürzere Entwicklungsdauer in meinen Fällen zeigt wohl eine grössere Nähe jener Centralstelle zum Sitze der Verletzung an. In der That



dürfte sich schwerlich irgend ein Centralgebilde finden lassen, dessen Functionen mit grösserer Wahrscheinlichkeit auf die Befähigung auch zu einer solchen Rolle schliessen lassen würden, als es dem Obigen zufolge bezüglich des Sehhügels der Fall ist, der dem bedeutenden Einfluss auf alle Sinnes- und Willensactionen noch den auf die vegetativen und insbesondere auch auf die vasomotorischen Functionen zugesellt.

Wir dürfen jedoch nicht übersehen, dass die Functionen der Sehhügel bisher stets nur mit dem Vorbehalte angedeutet werden konnten, welchen uns die Unkenntnis der Mitwirkung aller weiter rückwärts gelegenen Centralgebilde auferlegt. (Die Mitwirkung der Hemisphären haben wir, nach dem an betreffender Stelle Erwähnten, als auf die höhere Verarbeitung der Sinnes- und sonstigen Empfindungen und auf die Willkür-Aeusserung beschränkt anzusehen. Wir müssen aber in dieser Mitwirkung immerhin eine Fehlerquelle anerkennen, die solange eine unvermeidliche ist, bis es gelingt, das in der obigen Versuchsreihe Wahrgenommene auch an Thieren, denen die Hemisphären entfernt wurden, zu constatieren.) Wenden wir uns daher jetzt zu den auf diese Letzteren bezüglichen Versuchen, um ein möglichst entsprechendes Material für die Berücksichtigung ihrer Beziehungen zum Sehhügel zu erhalten.

#### IV. Verletzungen des hinteren Hirnstammes und Rückenmarkes.

##### **Controlversuche bezüglich der Mitwirkung aller hinter den Sehhügeln liegenden Centraltheile.**

Versuch Nr. 27. *Stich durch den Vierhügel oberhalb der Sylvischen Wasserleitung von vorne nach hinten zu.*

Schlaffheit des Thieres, Nichtschliessen der Augen, selbst bei Berührung, durch kurze Zeit.

Erwachsenes Kaninchen. Ein zweischneidiges, 3<sup>'''</sup> breites Skalpell wurde von oben vorn nach unten und hinten in den Vierhügel eingestochen. Es drang zwischen dem vorderen und mittleren Drittel der vorderen Hügel, und zwar etwas mehr im rechtsseitigen als im linksseitigen ein und erreichte den Aquaeductus Sylvii gerade in dessen hinterer Mündung, welche hiedurch nach beiden Seiten hin etwas erweitert wurde. Weder der Boden des Aquaeductus noch der der Rautengrube war verletzt.



Das Thier machte im Momente der Verletzung eine heftige Bewegung, blieb aber dann schlaff und ruhig liegen, mit geöffneten Augenspalten, die sich bei Berührung nicht schlossen, und mit gleichweiten normalen Pupillen. Nach einigen Minuten schlossen sich die Lider des rechten Auges bei Berührung, während sich am linken Auge bloss die Nickhaut verschob. Auf Kneipen der Haut reagiert das Thier lebhaft, worauf es aber wieder ruhig bleibt.

Nadelstich durch das Kleinhirn in die Med. oblong. Vorübergehender Krampf der Halsmuskeln der verletzten Seite.

Nun wurde mit einer gewöhnlichen Nadel ein Stich durch das Kleinhirn in die Med. oblong. gemacht. Es entstand in dieser Weise eine ganz geringe Wunde 1''' hinter dem Crus cerebelli ad med. obl. und etwas nach innen zu. Sofort erfolgte eine heftige Zuckung und der Hals bog sich krampfhaft nach rechts, um jedoch nach kurzer Zeit wieder in die normale Stellung zurückzukehren. Während der nächsten Stunden keine Aenderung.

Durchtrennung des rechtsseitigen Zirbelstieles. Aufhören der Nickhautbewegung am linken Auge.

Endlich machte ich noch einen Stich gegen die Sehhügel zu, welcher den inneren oberen Rand des rechten Thal. opt. bloss 1''' tief durchtrennte. Es war beinahe bloss der hier laufende Markstreifen, unmittelbar vor der Anschwellung, welche er auf dem Sehhügel bildet, in seiner Continuität unterbrochen. Hierauf stellten sich keine anderen Erscheinungen ein, als dass sich nun die Nickhaut des linken Auges nicht mehr bewegte und die Reaction des Thieres auf Reize überhaupt etwas träger erscheint. Bei schwächerer Reizung bewegt es die Füße, an denen dieselbe stattfindet, bei stärkeren zieht es sie auch weg und schüttelt den Kopf.

Versuch Nr. 28. *Durchtrennung des Hirnstammes entsprechend der Querfurche des Vierhügelkörpers und der Mitte der Varolsbrücke.*

Vorübergehender Tetanus der Extremitäten, dann Schlaffheit und baldiger Tod.

Erwachsenes Kaninchen. Schnitt durch den Hirnstamm: Er trennt das vordere Hügelpaar des Vierhügels von dem hinteren und halbiert auch die Varolsbrücke; jedoch ist seine Richtung etwas schief von links und vorne nach rechts und hinten, weshalb denn



auch links eine kleine Partie (etwa  $\frac{1}{2}$ '''') des vorderen Hügels am entsprechenden hinteren Hügel, und rechts vom hinteren am vorderen zurückblieb.

Einen Augenblick ganz schlaff und ruhig; dann brachte es einige heisere Töne hervor, der Kopf und die steif ausgestreckten Vorderpfoten wurden krampfhaft nach hinten, die ebenfalls tetanisch gestreckten Hinterfüsse nach vorwärts gezogen; die offenen Augenspalten schliessen sich bei Berührung nicht; Pupillen etwas enger. Sehr bald liess auch die Spannung der Hinterfüsse nach und wurden dieselben nun bald zugleich, bald abwechselnd durch kurze Zeit nach vor- und rückwärts bewegt. Dann trat allgemeine Erschlaffung ein, wobei sich aber das Thier bewegt so oft es gereizt wird (Kneipen). Das rechte Auge zeigte sich jetzt halb geschlossen. 1 Stunde später war der Tod bereits eingetreten.

Versuch Nr. 29. *Seitliche Durchstechung des Vierhügels mit Durchtrennung der grauen Masse, welche den Boden des Aquaeduct. Sylvii bildet.*

Vorübergehend allgemeine Zuckungen mit Wälzbewegung, dann Schlaffheit und baldiger Tod.

Eine Nadel wurde oberhalb des rechten Ohres eingestochen. Sie drang in die Basis der hinteren Vierhügel, dort wo diese an die Brücke grenzen, und durchtrennte die graue Substanz am Grunde des Aquaeduct. Sylvii vollständig.

Im Momente des Stiches erfolgte eine heftige Bewegung, wobei die Nadel abbrach und in der Wunde zurückblieb, dann krampfhaft heftige allgemeine Zuckungen, während deren die hinteren Extremitäten rückwärts, die vorderen vorwärts gestreckt waren und sich der Stamm in raschen Stössen nach links und rückwärts krümmte, wodurch rasches Wälzen um die Längsaxe bewirkt wurde. Diese Bewegung hörte zweimal für je einen Augenblick auf und dauerte im ganzen durch etwa 2 Minuten; dann erschlaffte der ganze Körper und jede Willensbewegung hörte auf, es trat Harnentleerung ein und von da an lag das Thier ganz still, nur auf Reize mit gewöhnlichen schlaffen Bewegungen reagierend. 2 Stunden später war es todt.

Versuch Nr. 30. *Durchtrennung der untersten Schichte der Varolsbrücke auf der rechten Seite:*

Tetanus der Extremitäten, Ueberwiegen der Function der linksseitigen Stammesmuskulatur.



Kaninchen. Die unterste Schichte der rechten Hälfte des Pons Varoli wurde bis fast zur Mittellinie und senkrecht zu dieser auf etwa 2''' Dicke durchtrennt, und zwar in der vorderen Partie der hinteren Hälfte. Sofort streckten sich die Extremitäten steif aus; das rechte Auge unempfindlich und sein Bulbus zeigt Nystagmus; beide Pupillen eng. Das Thier ist sehr empfindlich, biegt sich bei jeder Bewegung nach links und wirft sich, wenn es auf die hervorgewölbte rechte Seite gelegt wird, so lange umher, bis es wieder auf die linke zu liegen kommt.

Versuch Nr. 31. *Verletzung des hinteren Theiles der Brücke durch das Kleinhirn hindurch.*

Vorübergehende krampfhaftes Wälzbewegung, Krampf der Halsmuskulatur auf der Seite der Verletzung, dauernder Tetanus der hinteren Extremitäten.

Kaninchen. Eine rechts und unterhalb der Protuberantia occipital. ext. eingestochene Nadel brachte folgende Verletzung hervor: An der Innenseite des rechtsseitigen Crus cerebelli ad pont. dringt eine 1½''' breite, quer verlaufende Wunde durch den Boden des 4. Ventrikels in die Substanz der Brücke, in deren unterer Schichte sie 1''' vor ihrem hinteren Rande fast an der Raphe endet.

Sofort wälzte sich das Thier in krampfhaften Zuckungen um seine Axe. Hierbei sieht man deutlich, dass sich zunächst die rechtsseitigen Halsmuskeln und hierauf die Stammuskeln zusammenziehen, auch letztere zuerst nach rechts und dann — wohl wegen der überwiegenden Stärke der Rückenmuskulatur — nach rückwärts. Nach einigen Sekunden hörten diese Bewegungen auf und das Thier lag wie ermüdet und keuchend da, mit noch immer nach rechts gebogenem Halse. Näherte man sich dem Thiere oder berührte man es, so wiederholten sich die Zuckungen mit der Wälzbewegung anfangs, während später bloss die Biegung des Halses stärker wurde. Die hinteren Extremitäten aber blieben stets steif ausgestreckt; die vorderen wurden schon 5 Minuten nach der Verletzung willkürlich bewegt. Pupillen verengt, am rechten Auge durch kurze Zeit Nystagmus. Das Thier war augenscheinlich bei Bewusstsein und die beschriebenen Zuckungen und Wälzbewegungen schienen bloss Fluchtversuche zu sein, welche (in Folge vorübergehenden Krampfes der Stammuskeln, dauernderen der Halsmuskulatur und bleibenden Tetanus der hinteren Extremitäten) missglückten. Das Thier lebte mehrere Tage.



Versuch Nr. 32. *Unvollständige Durchtrennung der Varolsbrücke.*

Tetanus der Extremitäten (besonders, und zwar dauernd, der hinteren) vorübergehender Krampf der Halsmuskeln, Schlaffheit des Stammes. Abnahme der Frequenz des Herzschlages und der Athmung; Tod erst nach mehr als 40 Stunden.

Ein hinter dem Vierhügel von oben in die Varolsbrücke quer eindringender Schnitt durchtrennt dieser Stelle entsprechend den Hirnstamm fast gänzlich; bloss das rechtsseitige äussere Viertel der Brückensubstanz und eine 0.5'' dicke äusserste Faserschichte auf der linken Seite blieben undurchtrennt. Die basale Fläche der Brücke war durch diesen Schnitt so getheilt worden, dass ihr hinteres Drittel an der Medulla oblongata blieb. In der Nähe des Aquaeduct. Sylvii war die hintere Seite des Vierhügels oberflächlich verletzt.

Sogleich bog sich der Hals krampfhaft nach rückwärts, blieb einige Minuten so, dann wurde die Biegung allmählig geringer, verstärkte sich aber bei Berührung des Thieres wieder, endlich — nach etwa 5 Minuten — nahm er wieder die normale Richtung an. Der Körperstamm war schlaff geblieben und hatte seine normale Rücken-Convexität behalten. Die Extremitäten dagegen wurden im Momente der Verletzung steif ausgestreckt. Die vorderen verloren diese krampfhafte Spannung bald und erhielten dann eine gekreuzte Stellung; die hinteren erschlafften selbst beim Tode des Thieres nicht, sondern ihre Steifheit während des Lebens gieng unmittelbar in die Todtenstarre über. Der vordere Theil des Kopfes und das linke Auge waren von Anfang an empfindungslos; beide Pupillen verengt; Kinn, Ohren und der übrige Körper zeigen noch Empfindung, ja diese war an den ersteren Theilen durch einige Zeit gleich nach der Verletzung erhöht. Auch die Extremitäten werden den sie kneipenden Fingern entzogen. Athmung und Herzschlag zeigten eine halbe Stunde nach der Verletzung eine Frequenz von 32 resp. 124; 20 Stunden später beide 40; 26 Stunden nach der Verletzung erstere 14, letztere 60; in der vierzigsten Stunde beide 32. 5½ Stunden später war das Thier todt. Es hatte noch einmal den Hals gestreckt, den Mund geöffnet und eine langgedehnte Inspiration gemacht. Während der letzten 20—24 Stunden war Zittern und fibrilläres Zucken in der Muskulatur aufgetreten; aus der Nase und dem rechten Auge floss etwas Schleim; wenn es gekneipt wurde, liess es manchmal einen heiseren, hohen, aber schwachen Ton hören.



Versuch Nr. 33. *Unvollständige Durchschneidung des Hirnstammes entsprechend der Grenze zwischen dem vorderen und mittleren Drittel der Rautengrube und dem hinteren Brückenrande.*

Schlaffheit, später eintretende, jedoch vorübergehende Athembeschwerden.

Kaninchen. Die Verletzung war folgende: Das vordere Drittel der Rautengrube ist vom mittleren zum Theil abgetrennt: nämlich rechts von der Raphe fast vollständig (indem nur eine bloss  $1\frac{1}{2}$ ''' dicke äusserste Schichte die Verbindung, und zwar dicht hinter dem Crus cerebelli ad pont., noch aufrecht erhält); links von der Raphe bloss der unmittelbar an diese grenzende Theil auf  $1\frac{1}{2}$ ''' Breite. Die Verletzung dringt überall bis zur Basis und trennt daselbst einen hintersten 0.5''' breiten Streifen der Brücke ab.

Im Momente der Verletzung erfolgte eine heftige Bewegung, dann völlige Erschlaffung, nur schüttelt das Thier einigemal kräftig den Kopf. Die Augen empfindungslos, Pupillen nicht verändert.  $1\frac{1}{2}$  Stunden später schwerer Athem, das Thier liegt mit geöffnetem Munde, aus welchem Schleim fliesst; man hört grossblasige Rassengeräusche, dabei bewegt sich manchmal der Körper, jedoch — wie es scheint — bloss durch die angestrengte Athmung. Später trat Erleichterung der Athembewegung ein und 8 Stunden nach der Verletzung erschien sie gar nicht mehr behindert. Nach Reizung war jedesmal Reflexbewegung erfolgt. 14 Stunden nach der Verletzung wurde das Thier getödtet. In der Lunge fand sich nichts Abnormes.

Versuch Nr. 34. *Durchtrennung der beiden äusseren Drittel der Med. obl.*

Vorübergehender Krampf der Stammuskeln mit Wälzbewegung; Krampf der Halsmuskeln auf der Seite, wo das Grau des 4. Ventrikels weniger vollständig durchtrennt war; — Lähmung der Extremitäten. — Nystagmus, Pupillenverengung.

Kaninchen. Mittelst eines durch das Kleinhirn eingeführten schmalen Messerchens wurden die äusseren Partien der Med. obl. rasch nach einander beiderseits durchschnitten, und zwar dicht hinter dem Crus cerebelli ad pont. jeder Seite. Das innere Ende der rechtsseitigen Wunde reichte in der Rautengrube bis nahe an die Eminentia teres dieser Hälfte, an der Basis trennte sie noch ein  $1\frac{1}{2}$ ''' breiter Raum von dem Pyramidenbündel derselben. Das innere Ende der linksseitigen Wunde war oben  $1\frac{1}{2}$ ''' von der linksseitigen Eminentia teres, unten dagegen 1''' vom entsprechenden Pyramidenstrange entfernt.



Gleich nach der Operation einige krampfhaft Zuckungen der Rückenmuskeln, mit überwiegender Thätigkeit der linksseitigen und dadurch bedingtem Wälzen; dann blieb das Thier ruhig und schlaff liegen, nur der Hals wich hiebei etwas nach links von der geraden Richtung ab und diese Abweichung verstärkte sich, wenn man das Thier berührte, ja — wenn man einen stärkeren Reiz (Kneipen) anwandte, erfolgte 2—3malige clonische Zusammenziehung der linksseitigen Halsmuskulatur. An den Augen zeigte sich gleich nach der Verletzung durch etwa 2 Minuten Nystagmus. Die Augenspalten waren und blieben offen und auch für Berührung nicht empfindlich; die Pupillen waren anfangs enger, später normal. Die Extremitäten schienen gelähmt. Athmung und Herzschlag anfangs rascher, dann wenig von der Norm abweichend.

Versuch Nr. 35. *Verletzung des vorderen Vierhügelpaares, mit starkem Bluterguss.*

Laufen, Sehstörung, vorübergehende Krämpfe der Halsmuskeln mit Wälzbewegung. Später Anfälle krampfhaften Laufens, endlich ein allgemeiner Krampf und bald darauf Tod. Pupillendurchmesser normal.

Ein Schnitt durchsetzt horizontal von vorne nach hinten die beiden vorderen Hügel des Corp. quadrigeminum zwischen ihrem mittleren und unteren Drittel bis zur Grenzfurche, welche zwischen ihnen und dem hinteren Hügelpaar zu beiden Seiten nach abwärts läuft. Der ganze Vierhügel mit geronnenem Blute bedeckt, wovon sich etwas auch an der Basis vor dem Pons Varoli findet.

Das Thier machte sofort einen Sprung und lief aus allen Kräften davon, wobei es an die Gegenstände anstiess. Nach einigen Sekunden stand es still, fiel aber sogleich um, wälzte sich in Zuckungen einigemal um seine Längsaxe, blieb dann noch kurze Zeit auf der rechten Seite liegen, wobei es die Vorderfüsse rasch im Trab bewegte, und erhob sich endlich wieder. 5 Minuten nach der Verletzung liegt es, mit vorgestreckten Vorderpfoten, auf dem Bauche, zieht manchmal den Kopf nach rückwärts und lässt ihn dann wieder schlaff herabhängen. Die Pupillen sind nicht verändert; Empfindung ist überall vorhanden. Dieser schlaffe Zustand änderte sich nach einer Stunde plötzlich: Das Thier sprang nämlich ohne merkbaren Anlass auf, beschrieb einen grossen Kreis in heftigen Sprüngen, mit weit offenen Augen und an die Gegenstände sich stossend, nach links, wurde aber nach etwa einer Sekunde wieder ruhig. Nun hielt es den Kopf durch kurze Zeit nach rechts



und hatte nicht mehr das schlaffe Aussehen wie vorher. Die Pupillen reagieren gar nicht auf Verschiedenheiten der Lichteinwirkung, die Augenspalten sind jetzt mässig geöffnet und schliessen sich bei Berührung. Die Empfindung ist auch an den übrigen Körperteilen vorhanden und bei den auf Berührung erfolgenden Bewegungen sieht man, dass sich das Thier nach jeder Seite hin zu wenden vermag. Während einer weiteren halben Stunde sitzt es meist ruhig. Nun aber tritt plötzlich ohne jede wahrnehmbare Ursache ein neuer Laufanfall ein, wobei das Thier mit weitgeöffneten Augenspalten und hohen Sprüngen Kreise nach links beschreibt. Endlich dreht es sich nach rechts, indem es zugleich stillsteht, hält den Kopf noch kurze Zeit nach rechts gebeugt und bleibt dann in normaler Haltung sitzen. Aber schon einige Minuten später fällt es unter heftigen allgemeinen Zuckungen um, nach deren Aufhören es sich nicht mehr erhebt, sondern mit rückwärts gehaltenem Kopfe und bei rascher Trabbewegung der Vorderpfoten liegen bleibt. Auf Berührung erfolgt Abwehrbewegung. Nach Ablauf einiger Minuten bog sich das Thier gegen die Bauchseite, was auch im Anfang einmal geschehen war, wobei die Hinterfüsse ganz an den Bauch gezogen wurden; dann bewegte es bloss die rechte Vorderpfote durch 1—2 Minuten regelmässig hin und her; endlich streckte sich der ganze Körper und das Thier war todt. (Es muss bemerkt werden, dass vor der Verletzung des Vierhügels die Membrana atlanto-occipitalis eröffnet worden war, eines Zweckes wegen, der dann nicht angestrebt wurde.)

Versuch Nr. 36. *Durchtrennung des Hirnstammes zwischen dem Vierhügel und der Brücke.*

Allgemeine Schläffheit, Verlangsamung der Athmung und des Herzschlages, Tod (nach  $2\frac{1}{2}$  Stunden) durch sehr geringe Verletzung des Spinalmarkes und Calam. script.

Kaninchen. Nach Resection des Proc. glenoid. sin. maxill. inf., wobei das Thier, in Folge Unterlassens der Carotisunterbindung, viel Blut verlor, gelang es, den Hirnstamm gerade an der Grenze zwischen dem Vierhügel und dem Pons Varoli gänzlich zu durchtrennen. Die ganze Oberfläche der Med. obl. und der Brücke, oben und unten, war mit einer Blutgerinnselschichte überzogen.

Im ersten Momente eine Bewegung, dann vollständige Schläffheit; das rechte Auge einige Augenblicke geöffnet und bei Berührung sich nicht schliessend (das linke in Folge der Voroperation ganz



empfindungslos). Auf Reize erfolgen partielle schlaffe Bewegungen; hebt man das Thier empor, so sinken die nicht unterstützten Theile schlaff hinab. Während der folgenden  $2\frac{1}{2}$  Stunden lag das Thier, stets ruhig, mit verlangsamter Athem- und Herzbewegung.

Nun wurden zwei Stiche (mit einer Nadel durch die Membrana atlanto-occipitalis) in die Med. obl. gemacht, wovon die eine 0.5''' unterhalb des Calam. scriptor. die Incisura post. medullae spinalis in schiefer Richtung kreuzte, aber bloss auf 1''' Tiefe eindrang, während der andere gerade durch die Spitze des Calam. script. bis zur Basis gieng wo er in der Raphe endigte. Es lässt sich nicht entscheiden, welche dieser beiden Verletzungen zuerst vorgenommen wurde; die Erscheinungen bestanden nach der erstvollführten in Trabbewegung der Extremitäten und einem heiseren Tone; nach der zweiten trat in einigen Sekunden der Tod ein.

Versuch Nr. 37. *Durchtrennung der Eminentiae teretes und partielle der Fortsetzung des linken Pyramidenstranges im hinteren Theil des Pons V.*

Krampfzuckungen mit Wälzbewegung durch Ueberwiegen der Muskelthätigkeit des Rückens und — in geringem Masse — der linken Seite; Athembeschwerden, Tod nach mehr als 12 Stunden, obwohl der 4. Ventrikel mit Blut angefüllt.

Kaninchen. Mittelst einer durch das Kleinhirn eingestochenen Nadel wurde in der Mitte zwischen dem Crus cerebelli ad pont. eine querlaufende Wunde hervorgebracht, welche in der Richtung gegen die hintere Grenze der Varolsbrücke so tief gegen die Basis eindrang, dass nur noch eine  $\frac{3}{4}$ ''' dicke Schichte Nervensubstanz sie noch von der letzteren trennte. Sie war oben 2.5''' lang und wurde durch die Raphe der Rautengrube halbiert, unten ebensolang, aber mehr nach links von der Raphe fallend, so dass sie bloss 0.5''' über dieselbe nach rechts reichte.

Sofort traten heftige clonische Zuckungen ein, mit Biegung der Wirbelsäule nach rückwärts und etwas nach links, so dass auch hier — wie im V. Nr. 29 — Wälzbewegung erfolgte. Auch im Ruhezustand des ermüdeten Thieres bleibt der Kopf nach rückwärts und etwas links gezogen. Anfangs waren beide Augen geöffnet und schlossen sich auch bei Berührung nicht, später war das rechte fest geschlossen und mit Thränen gefüllt. Die Vorderpfoten, mit denen das Thier sich im ersten Momente nach der Verletzung das Gesicht gerieben hatte, waren jetzt in Trabbewegung, die Hinterfüsse,



besonders der rechte, gespannter als im Normalzustande. Die Athmung anfangs schwer, dann krampfhaft, später leichter, aber häufig mit Expirationen verbunden, welche — dem Niesen ähnlich — gleichsam in einem Stosse auf tiefe Inspirationen folgten. Empfindung vorhanden. Das Thier lebte noch über 12 Stunden. Der 4. Ventrikel wurde bei der Section mit Blutgerinnsel ganz ausgefüllt gefunden.

Versuch Nr. 38. *Stich in den linken Winkel des 4. Ventrikels.*

Krämpfe vorwiegend links, mit Wälzen.

Kaninchen. Stichwunde in der Rautengrube, welche am inneren Rande des Crus cerebelli sinistr. eine halbe Linie tief eindrang. Dieselben Krampferscheinungen wie in V. Nr. 29 und 35, nur dass die Biegung der Wirbelsäule nach links zu stattfand und nach Aufhören der Convulsionen vorhanden blieb. Pupille des linken Auges verengt, Bulbus bewegungslos einwärts gedreht, auch der Kopf zeigte eine merkliche Axendrehung mit den Ohren nach links. Das Thier kann nur links liegen und auch bei ruhigem Liegen bleibt die rechte Seite convex. Die Vorderpfoten befanden sich auch während der Ruhe des übrigen Körpers in Trabbewegung, etwas später bewegte das Thier bloss den rechten Vorder- und Hinterfuss. Es wurde mit Strychnin getödtet.

Versuch Nr. 39. *Stich durch die linke Hälfte der Med. obl.*

Krämpfe vorwiegend links, Wälzen, Pupillen eng, Ohren injiciert, linker Hinterfuss gelähmt.

Kaninchen. Nadelstichwunde, welche bei  $\frac{3}{4}$ '' Länge den linken Rand der Med. obl. quer durchsetzt. Ihre obere Mündung befindet sich dicht hinter dem Crus cerebelli ad med. obl., ihr inneres Ende ist 1'' von der Raphe der Rautengrube entfernt. Die basale Mündung liegt eine Linie hinter dem Pons Varoli. Nach aussen ist bloss eine papierdünne Schichte undurchtrennt.

Sogleich erfolgte krampfhaftes Wälzen wie in V. Nr. 29, mit Biegung der Wirbelsäule nach links, dann nach hinten; im Ruhezustande bleibt der Kopf noch nach links gezogen und zeigt sich zugleich etwas um seine Längsaxe nach links gedreht, so dass die Ohren nach rechts geneigt stehen. Bei Befühlen des Halses ist wahrzunehmen, dass links die tiefere Muskelschichte sich in contrahiertem Zustande befindet. Das linke Auge schliesst sich bei



Berührung nicht, der Bulbus desselben ist nach einwärts gedreht, die Pupillen beider sind verengt, die Ohren stark injiciert. Der linke Hinterfuss ist gelähmt, während die anderen willkürlich bewegt werden. Empfindung vorhanden. Die convulsivischen Wälzbewegungen wiederholen sich nicht nur bei Reizung des Thieres, sondern sogar, wenn man sich ihm nähert oder an den Tisch stösst.

Versuch Nr. 40. *Durchtrennung der Pyramidenstränge.*

Lähmung des Hinterleibes, in den Muskeln desselben fibrilläre Zuckungen; Injection der Ohrgefässe; Krampf bloss an den Augen und durch kurze Zeit; erst nach 19 Stunden Trismusfälle. Temperaturverminderung; Athmung und Herzschlag verhältnismässig wenig alteriert. Tod nach 42 Stunden.

Junges Kaninchen. Stich (mit einer Nadel) durch das Kleinhirn in den hinteren Theil der Med. oblong. Die Wunde durchbohrte die Eminentia teres sin. 2.5''' oberhalb des Calam. scriptor., drang senkrecht gegen die Basis ein und durchtrennte daselbst, indem sie nach abwärts in querer Richtung breiter wurde, gerade die beiden Pyramidenstränge, von denen bloss eine papierdünne unterste Schichte unverletzt blieb. Im 4. Ventrikel, wie auch natürlich an der Hirnbasis, kein Bluterguss, auch in der Wunde selbst nur ganz wenig.

Das Thier, bei welchem vor dem Verletzungsacte die Frequenz der Athmung 98, die des Herzschlages um 300, die Temperatur im Ohre — welches während des Messens blutreich wurde — 37.8, unter der Haut der Schenkelbeuge 40.8 betragen hatte, fiel nach der Verletzung um und konnte sich nicht mehr erheben. Die Augen waren durch einige Sekunden weiter geöffnet, der linke Bulbus durch kurze Zeit einwärts, der rechte aufwärts gedreht (beides in geringem Masse), die Pupillen etwa normal, die Ohren injiciert, ihre Temperatur 10 Minuten nach der Verletzung 38.5, während die unter der Haut der Schenkelbeuge auf 39.5 gesunken war. Athmung 94, Herzschlag um 300. Die Extremitäten sind in stetiger Geh- oder Trabbewegung und die vorderen werden, wenn sich das Thier aufzurichten versucht, nach vorwärts gestreckt. Den Kopf vermag das Thier hiebei zu erheben, aber der Hinterleib sinkt schlaff nieder. Später macht das Thier häufig Versuche aufzustehen, wobei man deutlich sieht, dass Kopf, Extremitäten und Vorderleib — wenigstens grösstentheils — unter der Herrschaft des Willens stehen, während der Hinterleib bei den heftigen Bewegungen, die das Thier dabei macht, nicht in's Gleichgewicht gebracht werden kann. 25 Minuten



nach der Verletzung gelang es jedoch dem Thiere dennoch sich in die Bauchlage zu helfen; es blieb aber nur wenige Augenblicke in derselben, konnte augenscheinlich nicht ruhig bleiben, sondern fiel wieder auf die Seite und bewegte fortwährend die Füsse. Auch ein zweites und drittes Mal drehte es sich auf den Bauch, fiel aber sogleich wieder um. Die Füsse blieben durch weitere 32 Stunden in steter Trabbewegung, dann traten immer längere Pausen auf und 42 Stunden nach der Verletzung trat endlich der Tod ein. Schon  $\frac{3}{4}$  Stunden nach der Verletzung hatten sich die Augen nicht mehr ganz geschlossen, es blieb eine anfangs kleinere, dann immer grössere Spalte zwischen den Lidern offen, die Hornhaut überzog sich in Folge dessen mit Schmutz, der in den ersten 24 Stunden noch durch Thränen abgewaschen wurde, später aber antrocknete. Die Pupillen änderten sich nicht weiter. 19 Stunden nach der Verletzung trat Zähneknirschen ein und zwar in anfangs selten, später häufiger auftretenden Anfällen. Dies dauerte im ganzen etwa  $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden. Aus dem Munde floss hiebei dünner Speichel. Athmung und Herzschlag zeigten folgende Aenderungen: Die Frequenz der ersteren sank in den ersten  $3\frac{1}{2}$  Stunden auf 66, die des letzteren auf 212; nach einer weiteren Stunde auf 32, resp. 128, nach abermals einer Stunde zeigte die Athmung 76, der Herzschlag um 300; 5 Stunden später (im kalten Zimmer zugebracht) 40, resp. 90; nach abermals 5 Stunden (im warmen Zimmer) 80, resp. 240; 30 Stunden nach der Verletzung 80, resp. 180, 10 Stunden später 14, resp. 56. Die Temperatur unter der Haut der Schenkelbeuge betrug 40 Minuten nach der Verletzung 38.9, eine Stunde später 37.4 (in den Ohren, deren Injectionszustand etwa 1 Stunde ange-dauert hatte, 35.4).  $5\frac{1}{2}$  Stunden nach der Verletzung unter der Haut 37.6, in den Ohren 36.5. Von da an nahm die Temperatur immer mehr ab, wobei zu berücksichtigen, dass das Thier auch längere Zeit im kalten Zimmer zubrachte (es war im Winter und das Zimmer wurde nicht immer geheizt) und auch keine Nahrung mehr zu sich nahm.  $4\frac{1}{2}$  Stunden nach der Verletzung hatten sich in der Muskulatur des Körperstammes durch einige Minuten fibrilläre Zuckungen gezeigt. Eine Stunde nach der Verletzung entleerte das Thier normale Darmkothballen und Harn in mittlerer Quantität, 22 Stunden später nochmals, aber in geringerer Menge. 3 Stunden nach dem Tode fand die Section statt. Der Körper war starr, das Blut flüssig; Herz contrahiert; in den Lungen geringes acutes Oedem; im Mastdarm wenige Kothballen, in der Blase etwas Harn,



Versuch Nr. 41. *Verletzung rechts neben dem Noeud vital Flourens.*

Krämpfe nach rechts und rückwärts mit Wälzbewegung, Nystagmus, Erweiterung der rechten Pupille, Injection des rechten Ohres; Athmungsbeschwerden. Nach Durchschneidung des Hirnstammes vor Vierhügel und Brücke sofortiger Tod.

Kaninchen. Durch die Membrana atlanto-occipitalis hindurch wurde die Medulla oblong. rechts am untersten Winkel der Rautengrube (also in unmittelbarer Nähe des Calam. script., oder eigentlich bereits im Seitentheile desselben, verletzt, wo sich eine von vorne nach rückwärts sich erstreckende, 1''' lange, mit der Raphe parallel laufende und auf 1''' tief senkrecht in die Nervenmasse eindringende Spalte fand, welche zum grösseren Theil nach vorne zu von der Spitze des Calam. script., also gegen die Rautengrube hin, liegt.

Die obere Hälfte der Wirbelsäule bog sich sofort nach rechts und rückwärts, das Thier fiel um und indem es sich bemühte, wieder auf die Füße zu gelangen, traten kurze, sich immer mehr vergrößernde Zuckungen ein, durch welche das Thier — weil sie auf der rechten Seite in der Muskulatur gegen das Schwanzende zu fortschritten — gezwungen wurde, sich um seine Längsaxe zu drehen.

Nach einigen Sekunden lag das Thier, von den Drehungen gleichsam ermüdet, ruhig, blieb aber noch immer nach rechts und hinten gebogen. Gleich nach der Verletzung war durch einen Augenblick Nystagmus wahrzunehmen; rechte Pupille erweitert, das rechte Ohr injiciert, Athmung ziemlich schwer, Empfindung vorhanden. Die Extremitäten gehorchen dem Willen des Thieres und sind nicht steif. Eine Viertelstunde später wurde der Hirnstamm vor dem Vierhügel und der Brücke gänzlich durchschnitten: Sofort wiederholten sich die eben beschriebenen krampfhaften Drehungen, wichen aber schon nach wenigen Augenblicken einer vollständigen Erschlaffung; Gesicht und Hals waren bereits empfindungslos, während die übrigen Körpertheile noch kurze Zeit auf stärkeren Reiz reagierten, dann hörte alle Empfindung und Reaction auf, das Thier war todt.

Versuch Nr. 42. *Durchschneidung des Halsmarkes vorne, bei künstlicher Athmung.*

Verlangsamung des Herzschlages, fibrilläre Zuckungen der Extremitätenmuskeln. Kurz vor dem Tode eine von vorne nach rückwärts schreitende Rückwärtskrümmung der Wirbelsäule.



Pintscherhund. Nach eingeleiteter künstlicher Athmung wurde das Rückenmark zwischen den beiden vordersten Halswirbeln durchschnitten.

Im Momente des Schnittes ein Zucken des Körpers, dann völlige Schlaffheit desselben vom Kopfe abwärts. Am letzteren dagegen war Folgendes zu beobachten: Augenlider anfangs leicht, später stärker geschlossen, jede Berührung bringt stärkeres Aneinanderschliessen derselben hervor. Die Kiefer sind leicht geschlossen, wenn man sie öffnen will, so fühlt man Widerstand. Später öffneten sich die Augen und man konnte die gleichzeitige und zusammenstimmende Bewegung der beiden Bulbi constatieren. Eine sehr geringe Bewegung des Kopfes glaubte ich wahrzunehmen, könnte mich hierin aber auch getäuscht haben. In den Muskeln der Extremitäten traten später fibrilläre Zuckungen auf; auch eine Bewegung der Extremitäten wurde bemerkt, indem sie sich im Rhythmus der Athmung von hinten nach vorne einander näherten und sich wieder von einander entfernten. Vielleicht wurde diese Bewegung nur durch die Athmung hervorgebracht und war also bloss eine scheinbare. Die Zunge hatte ihre normale Lage; beim Hervorziehen derselben war keine Bewegung und kein deutlicher Widerstand wahrnehmbar.

Unterdessen war die luftzuführende Kautschukröhre geknickt und hatte deshalb die Athmung aufgehört: Die Augen wurden unempfindlich und blieben offen, es erfolgte noch eine von vorne nach hinten fortschreitende Rückwärtskrümmung der Wirbelsäule und hiemit hatten alle Lebenserscheinungen aufgehört. Der Herzschlag war nach der Durchschneidung sogleich langsamer geworden und nahm immer mehr an Frequenz ab. Als nach Aufhören der Athmung und Unempfindlichwerden der Augen der Brustkorb geöffnet wurde, zog sich das Herz noch immer rhythmisch, aber unvollkommen, zusammen.

#### Versuch Nr. 43. *Unvollständige Durchtrennung des Halsmarkes.*

Einige unvollständige Bewegungen und Schreien, dann gänzliche Lähmung; Muskelreizbarkeit an den Extremitäten noch durch kurze Zeit durch Drücken der letzteren nachweisbar.

Junges Kaninchen. Das Rückenmark wurde zwischen dem 2. und 3. Halswirbel unvollständig durchschnitten; auf der linken



Seite blieb nämlich der Hinterstrang und das äussere obere (dorsale) Drittel des Seitenstranges undurchtrennt.

Das Thier machte einige kräftige unregelmässige Bewegungen, stiess einige Schreie aus und dann gehorchte der Körper nur noch der Schwere. Die Haut konnte aufgehoben und gestochen werden, ohne ein Zeichen der Empfindung von Seite des Thieres; bei stärkerem Drucke auf die Extremitäten-Muskeln jedoch erfolgte doch noch Bewegung. Die Pupillen waren etwas erweitert.

Versuch Nr. 44. *Stiche in das Hals- und Rückenmark.*  
Ohrinjection, partielle Lähmung.

Erwachsenes Kaninchen. Mit einer Nadel wurde zwischen dem 3. und 4. Halswirbel eingestochen und auf diese Weise die oberen inneren zwei Drittel der rechten Hälfte des Halsmarkes durchtrennt. Ein 2. Stich durchdrang den Rückentheil des Spinalmarkes ebenfalls im inneren Theil der rechten Hälfte, etwa dem 11. Rückenwirbel entsprechend.

Man konnte am Thiere keine andere Abnormität merken, als dass der rechte Hinterfuss mehr nach einwärts gesetzt wird und nach aussen und hinten gedreht ist, während der rechte Vorderfuss mehr nach vor- und auswärts gesetzt wird. Auch ist das rechte Ohr injiciert und warm. Das Thier wurde später zu anderen Zwecken getödtet.

Versuch Nr. 45. *Stiche in den hintersten Rücken- oder vordersten Lendentheil des Spinalmarkes.*  
Krampf der Hinterleibsmuskeln.

Es wurde mit einer Nadel etwa zwischen den 2 hintersten Rückenwirbeln eingestochen und hiebei links von der Mittellinie von oben nach unten die graue Substanz und der Vorderstrang durchbohrt. (Kaninchen).

Sofort zogen sich die Lendenmuskeln, und zwar besonders die der linken Seite, zusammen; das Thier war nicht gebunden und wollte augenscheinlich entfliehen, konnte aber nicht von der Stelle, indem sich die Hinterfüsse — vielleicht in Folge krampfhaften Zustandes der Lendenmuskeln — zu weit nach rückwärts warfen, während sie beim Aufsetzen auf den Boden nicht weit genug nach vorne gelangten, sondern resultatlos wieder nach hinten ausglitten, so dass kein Sprung gelang. Endlich blieb das Thier mit noch immer zu sehr nach hinten gerichteten Hinterfüssen ruhig. Letztere



stützten sich bloss auf die Phalangen, wodurch die Stellung des Thieres ein eigenthümlich gespreiztes Aussehen erhielt. Die Lendengegend erschien hierbei etwas concav, während der Rücken die normale Convexkrümmung zeigte. Eine Viertel- bis halbe Stunde hindurch vermochte das Thier nicht seine normale sitzende Position anzunehmen und auch später bloss mit geradegestreckter — wenn auch nicht mehr concaver Lendengegend und hier zugleich etwas nach links gebogen. Bei Berührung und wenn man das Thier an den Vorderpfoten emporhob, trat der Contractionszustand der Lendenmuskulatur und besonders die Seitenkrümmung stärker hervor; im ersteren Falle glitten die Hinterfüsse nach hinten aus und das Thier blieb auf dem Bauche liegen. Der linke Hinterfuss ist etwas abduciert. Dieser Zustand des Thieres dauerte einen Tag hindurch etwa in demselben Masse fort, später nahm die Steifheit der Lendengegend ab, und am 4. Tage war kaum etwas Abnormes wahrzunehmen. (In einem anderen Falle fand kein Fluchtversuch statt, die Hinterfüsse glitten bloss nach hinten aus, so dass ihr unterer Theil den Boden nicht berührte und das Thier auf dem Bauche liegen blieb.)

## V. Ergänzende Bemerkungen zu obigen Versuchen.

Durch Verletzung anderer Theile des Spinalmarkes gelang es mir niemals ähnliche Erscheinungen, wie die im letztbeschriebenen Versuche beobachteten, hervorzubringen; stets traten bloss mehr minder ausgeprägte Lähmungen auf. Besonders kam niemals irgend ein Symptom vor, welches man als einen, noch so partiellen, Krampfzustand in der Muskulatur der Extremitäten hätte deuten können. Bezüglich des Rückentheils wäre es möglich, dass einerseits die centralen motorischen Formelemente spärlicher vorhanden und ihre Anhäufungen kleiner sind, andererseits aber die Dornfortsätze ein ausgeprägteres Hervortreten einer der Verletzung entsprechenden, bloss auf den Rückentheil beschränkten, Zusammenziehung verhindern könnten. Weniger erklärlich ist das Fehlen von Krampferscheinung nach Verletzungen des Hals- und Lendenmarkes. Uebrigens beschränkten sich meine diesbezüglichen Versuche bloss auf Kaninchen, und bei diesen, sowie bei Hunden, folgte ja auch gänzlicher Durchtrennung der oberen Partie des Halsmarkes, ja auch schon nach Abtrennung der Sehhügel, Erschlaffung, also Unfähigkeit



zu jeder intensiven Muskelaction. Bei Vögeln scheint es in letzterer Beziehung anders zu sein. Bei Hühnern, Truthühnern, Gänsen sieht man nach raschem Absetzen des Kopfes noch recht kräftige Bewegungen des Körpers bezw. der Extremitäten eintreten (die man durch Verhindern der Blutung, mittelst der den Hals umspannenden und das Thier emporhaltenden Hand — was besonders an Truthühnern auf das vollkommenste gelingt — oder mit einer Schnur, zu etwas längerer Dauer bringen kann). Der Hals biegt sich bei enthaupteten Truthühnern oder Gänsen zunächst rückwärts, nimmt dann wieder eine geradere Richtung an, wiederholt aber die Rückwärtsbiegung, wenn man den Rücken berührt; später krümmt er sich auch abwärts. Berührung des Rückens ruft auch Bewegung der Flügel hervor, jedesmal einige Schläge. Bei Berührung des Bauches gerathen die Hinter-Extremitäten in Bewegung, aber bloss nach vor- und rückwärts. Nie sind die Füße gestreckt, sondern stets gebeugt und gegen den Bauch gezogen; — berühren sie den Boden, so erfolgt eine heftige Streckung, wodurch sich das Thier gleichsam im Sprunge vorwärts schiebt. Die Reactionsfähigkeit hört zuerst an den Extremitäten, und zwar an den hinteren später, als an den vorderen, auf. Bei Gänsen hört man in den ersten Minuten auch noch Töne, welche sich, etwa dem Rhythmus der Athmung entsprechend, regelmässig wiederholen. Immer war auch die bekannte Erscheinung zu beobachten, dass den Bewegungen des geköpften Thieres ein kurzes Stadium der Ruhe vorangiegt.

Zu einiger Ergänzung der Versuchsergebnisse bezüglich der rückwärts vom Sehhügel liegenden Hirntheile kann ich nur noch Folgendes anführen:

a) *Vierhügelreizung.*

Kleine Verletzungen (einfache, nicht tief eindringende Nadelstiche) in das vordere Hügelpaar des Vierhügels oberhalb der Sylvischen Wasserleitung hatten nie Krämpfe zur Folge, sondern das Thier blieb nach dem ersten Zeichen der Empfindung still sitzen, gieng von selbst nicht von der Stelle und machte, wenn es gestossen wurde, nur ganz kleine Schritte gegen die unverletzte Seite hin.

b) *Verletzungen des kleinen Gehirns.*

Verletzungen des Kleinhirns brachten nie besonders auffallende Erscheinungen hervor. Aufmerksames Horchen und Sehstörungen beobachtete ich jedoch in genügend ausgeprägtem Masse.



(Exstirpation desselben mit Entblössung des 4. Ventrikels, wie auch Durchschneidung seiner Stiele, scheinen mir zu eingreifende Operationen zu sein, als dass sie je, als solche, verlässliche Resultate geben könnten. Erstere führte in meinen Versuchen stets raschen Tod herbei; letztere scheint mir bloss durch die Pyramide des Schläfenbeins hindurch ohne Verletzung des 4. Ventrikels möglich, und die Durchbohrung dieses Knochens bietet erhebliche Schwierigkeiten dar.)

c) *Verletzung einer Olive.*

Einmal gelang es mir, die Olive einer Seite zu verletzen. Es erfolgte unter ziemlich starker venöser Blutung in einigen Augenblicken der Tod.

d) *Abtrennung der Sehhügel zugleich mit einem Theile des Vierhügels.*

Durchtrennung des ganzen Hirnstammes vor der Varol'schen Brücke mit gleichzeitiger Abtrennung des vorderen Drittels der Corp. quadrig. ant. bewirkte Verengung der Pupillen, steife Streckung der Vorderpfoten, mit abwechselnder Vor- und Rückwärtsbewegung derselben, einige helle Schreie, Nachhintensinken des Kopfes und endlich (wenige Minuten nach der Verletzung) allgemeine Erschlaffung und Ruhe; der Tod erfolgte erst nach 2—3 Stunden unter Abnahme der Athmung und Herzbewegung.

e) *Verletzung des Kleinhirns gleichzeitig mit der des Vierhügels.*

Ein 2''' tief in den Oberwurm eindringender, dessen vorderes Drittel vom mittleren trennender Schnitt und eine feine Stichwunde von  $\frac{1}{2}$ ''' Tiefe im oberen Drittel des Corp. quadrig. post. dextr. bewirkten folgende Erscheinungen:

Das Thier steht mit convexem Rücken, etwas nach rechts gebogen und mit normalen Pupillen ruhig; ergriffen und vom Tische auf den Fussboden gestellt, stösst es sich mit den Hinterfüssen wie zu einem Sprunge ab, springt aber nicht, sondern geht langsam und mit gespitzten Ohren etwas weiter. Später setzt es sich in kurzen Zwischenräumen 3mal auf die Hinterfüsse (langsam) und fällt nach rückwärts, jedoch jedesmal wieder auf die Füsse. Anfangs hatte es auch einige heftige Schreie ausgestossen und gezittert. 19—20 Stunden nach der Verletzung wurde es schwach



athmend in schlaffer Seitenlage gefunden, dass linke Auge schloss sich nicht, obwohl sich die Lider bei Berührung noch bewegten; es schrie beim Kneipen der Ohren, aber einige Sekunden später trat bereits Agonie ein.

f) *Durchtrennung des Kleinhirns mit gleichzeitiger Verletzung des Vierhügels.*

Nach Verletzung des linken hinteren Corp. quadrig. an seiner Basis und des rechten vorderen an seiner oberen Fläche mit gleichzeitiger ausgebreiteter Durchtrennung des Kleinhirns, welches beinahe in eine obere und eine untere Hälfte getheilt war, traten Krämpfe besonders der linken Seite ein, wobei die Extremitäten ziemlich steif waren; die Pupillen blieben normal, die Athmung war vorübergehend erschwert — (es hatte ein sehr bedeutender Bluterguss in den 4. Ventrikel, wie auch auf den Vierhügeln und der Hirnbasis stattgefunden); Tod in  $6\frac{1}{2}$  Stunden. Die Wunden des Vierhügels waren Skalpellstiche von 1''' Tiefe.

g) *Fast gänzliche Durchtrennung der Brücke mit Verletzung des Vierhügels.*

Ein etwas schiefer Schnitt durch den vorderen Winkel der Rautengrube, wobei auch vom Vierhügel die hintere obere Hälfte des linken hinteren Hügels abgesetzt und die Brücke fast gänzlich durchtrennt wurde (bloss eine dünne Basalschicht blieb unversehrt), bewirkte allgemeine Erschlaffung; nur war der rechtsseitige Bulbus nach aussen gedreht und sammt dem linksseitigen unbeweglich; die Lider schlossen sich auf Berührung nicht ganz, sondern nur zum Theil; anfangs gab das Thier einige heisere Töne, nach 6 Stunden noch schrille Schreie von sich; die Pupillen waren erweitert; 1 Stunde nach der Verletzung trat Zähneknirschen ein, welches sich nach 5 Stunden noch 2mal wiederholte. Viel Blut oben und unten.

h) *Stich durch die knöcherne Hirnbasis in den hintersten Theil der Brückensubstanz.*

Nach einem Stichkanal vom Durchmesser etwa eines Stecknadelkopfes, welcher von der Basis aus — durch diese hindurch gleich hinter dem Pons V. neben dem rechten Pyramidenstrange nach aufwärts und durch den linken Proc. cerebelli ad corp. quadrigem. drang, erfolgte Unempfindlichkeit des rechten Auges und



Steifheit der rechtsseitigen Extremitäten, Pupillen normal. Tod nach 16 Stunden. Die Steifheit der Extremitäten (15 Stunden nach der Verletzung zeigte sie sich auch an der linken hinteren) verschwand auf einen Augenblick, wenn man die Zehen stark zusammenbog, und einmal auch, als ich den Kopf des Thieres umfasste (also wahrscheinlich in Folge der Furcht des Thieres vor neuer Verletzung). Die Athmung war bloss durch 2—3 Minuten erschwert, obwohl ein ziemlich bedeutender Bluterguss stattgefunden.

i) *Längsstich durch die Haubenschichte der Brücke mit nachheriger Durchschneidung der Sehhügel.*

Ein Stich durch den linken Hinterhügel des Corp. quadrig. und durch den Boden des 4. Ventrikels vor und innerhalb des Crus cerebelli ad pont. sin. und an der Basis den linken Pyramidenstrang und die Substanz  $\frac{1}{2}$ ''' auswärts davon, und  $\frac{1}{2}$ ''' hinter dem Pons Varoli, durchtrennend, verursachte Vorwärtsbeugung des Stammes und Convulsionen mit Wälzen, worauf der Körper ohne Krampf nach rechts gebogen blieb. Vor und während der Convulsionen waren die Extremitäten etwas gespannter, die Augen schlossen sich durch kurze Zeit nicht. Eine halbe Stunde später wurden die Sehhügel entsprechend dem hinteren Ende der Corp. striata und dem hinteren Drittel des Tub. cin. durchschnitten. Nun erwies sich der Kopf, mit Ausnahme seines hinteren Theiles und der Ohren, empfindungslos, die Pupillen waren eng, Extremitäten durch kurze Zeit steif, wurden jedoch den kneipenden Fingern entzogen, dann allgemeine Schlaffheit. 24 Minuten später war das Thier todt.

g) *Stich durch die knöcherne Hirnbasis und die Lam. perf. post. in die graue Bodensubstanz des Aquaeduct. Sylvii, dann in das Tub. cin. und endlich in das Rückenmark.*

In einem Falle drang ein durch die Hirnbasis geführter Stich von der Lamina perf. post. aus, wo er links dicht an der Mittellinie begann, bis in die graue Bodensubstanz des Aquaeductus Sylvii. Es trat sogleich Nystagmus zwischen Abducens und Rectus int. am einen und Schielen nach innen am anderen Auge auf. Links Ohr injiciert, clonische Zuckungen der linksseitigen Halsmuskeln, anfangs auch Wälzbewegung. Pupillen nicht verändert. Das Thier geht nicht von der Stelle, und wenn man es stösst, so



macht es bloss 1—2 kleine Schritte rückwärts. Später wurde noch ein Stich in's Tuber cin. gemacht (1''' tief), worauf Injection beider Ohren eintrat (am linken länger bleibend), jedoch der Nystagmus verschwand, die Augen geschlossen blieben, Athmung und Herzschlag langsamer wurden. Allgemeine Schlaffheit, bloss die Hinterfüsse scheinen in halber Beugungsstellung fixiert. 13 Stunden später wurde das Thier mit rückwärts gezogenem Kopfe und in steter Bewegung befindlichen Extremitäten gefunden; — das rechte Auge unempfindlich (seine Pupille war einige Stunden früher normal, die des linken eng gewesen, wobei das Thier sich sehr reizbar gezeigt und Kreise nach links beschrieben hatte). Ein Stich in die linke Hälfte des Rückenmarkes bewirkte sofortigen Tod.

## VI. Uebersicht der nach Verletzungen des hinteren Hirnstammes, des Kleinhirns und Spinalmarkes beobachteten Erscheinungen.

Fassen wir nun die Erscheinungen, welche wir nach Verletzungen der rückwärts vom Sehhügel gelegenen Centraltheile beobachteten, in dieselben Gruppen zusammen, unter welche wir die Ergebnisse der Sehhügelverletzungen gesammelt haben.

### A. Depression.

Sie wurde nur einigemal wahrgenommen, und zwar am constantesten nach Verletzungen des Vierhügels, war jedoch stets sehr gering — besonders im Verhältniss zu der bei Sehhügelverletzungen beobachteten. Am bedeutendsten erschien sie noch, als der Vierhügel von vorne nach rückwärts, entlang dem Aquaed. Sylvii und oberhalb desselben, durchstoichen war. (V. Nr. 27.) Bloss im ersten Momente nach der Verletzung trat sie (im V. Nr. 28) nach Durchtrennung des Vierhügels und der Brücke, wie auch nach gänzlicher Durchtrennung des Halsmarkes bei Vögeln, auf. Die allgemeine und bleibende Erschlaffung, welche unmittelbar oder nach einem kurzen Stadium von Hyperkinesie auf diese Durchtrennungen, sowie auf die der grauen Substanz unter dem Aquaed. Sylvii, folgte, war, wie die nach Abtrennung der Sehhügel eintretende, augenscheinlich durch Abnahme aller Lebensfunctionen bedingt und nicht eine Reizungs- sondern eine Lähmungserscheinung.



## B. Störungen der Sinnesfunctionen.

Ausser dem Umstande, dass alle Verletzungen des Vierhügels, der Brücke und Med. obl. augenscheinlich schmerzhaft empfunden wurden, was am Spinalmarke nie, am Sehhügel bloss bei Verletzungen des hinteren oberen Theiles, deutlich hervortrat (am Vier- und Sehhügel auch unter der Form von heftigen hohen Sprüngen gegen die unverletzte Seite hin) verdienen eigentlich bloss die Sehstörungen nach Vierhügelläsion eine Erwähnung. Auf Alterationen anderer Sinnesthätigkeiten hindeutende Erscheinungen waren bloss folgende: Horchende Haltung nach Verletzungen des Kleinhirns und lebhafte Reaction des Thieres auf Geräusche und auf Berührung, in allen Fällen, wo dauernder Krampfzustand und Convulsionen vorkamen.

Die Störungen in der Sphäre des Sehorgans äusserten sich theils im Anrennen an die Gegenstände, theils in Aenderungen der Bewegung an dem Bulbus und den Lidern, sowie an der Pupille. Fast nach allen Verletzungen des Hirnstammes rückwärts von den Sehhügeln bis zum Calam. script. trat Verdrehung eines oder beider Bulbi oder Nystagmus und vorübergehendes, augenscheinlich auf Krampf der entsprechenden Muskulatur beruhendes Oeffnen der Lidspalten ein. Nach gänzlicher Durchschneidung wurde die obige Erscheinung am Bulbus nicht bemerkt, sondern bloss das Oeffnen der Augenspalten, welches dann nur einige Momente dauerte. Nystagmus und Schielen waren oft gleichzeitig — der eine am einen, das andere am anderen Auge — vorhanden und zeigten sich vorübergehend auch nach Durchtrennung der äusseren Drittel, sowie des mittleren Drittels der Med. obl. Nach der ersteren dieser Durchtrennungen schlossen sich die ebenfalls anfänglich krampfhaft geöffneten Lider nicht mehr; nach der letzteren war der Lidschluss schon  $\frac{3}{4}$  Stunden nach dem vorübergehenden Oeffnungskrampfe ein unvollkommener und fand endlich gar nicht mehr statt. (Siehe die V. Nr. 40 u. 34.) Auch nach Abtrennung des Vierhügels von der Brücke und nach Durchschneidung der Brücke stellte sich bleibende Unempfindlichkeit der Augen ein. In Folge einer oberhalb und entlang dem Aquaed. Sylvii laufenden Wunde des Vierhügels traten mit Laufanfällen zugleich Anfälle krampfhafter Erweiterung der Lidspalte ebenfalls auf. (V. Nr. 27.) Krampfhaftes Schliessen der Lidspalten wurde hier nie beobachtet; nur einmal kam mit stärkerer Thränenabsonderung verbundenes Geschlossenhalten des



rechten Auges nach einer Verwundung des 4. Ventrikels vor, wobei die linke Hälfte des Hirnstammes stärker afficiert war als die rechte. (V. Nr. 37.)

Die Störungen der Irisbewegung waren nachstehende: Mit Ausnahme eines auf S. 146 g) erwähnten Falles von nahezu gänzlicher Durchschneidung des Hirnstammes hinter dem Vierhügel, und zweier anderer Verletzungen, deren eine dicht neben dem Calam. script. (V. Nr. 41), die andere im Halsmarke (V. Nr. 43) ihren Sitz hatte, fand nach Verletzungen der rückwärts vom Sehhügel gelegenen Centraltheile niemals Erweiterung der Pupille statt. Nach den Läsionen des Vierhügels blieb die Pupillenweite in den normalen Grenzen; es war jedoch keine Reaction auf Einwirkung verschiedener Lichtintensitäten wahrzunehmen. (V. Nr. 35.) Verletzungen aller übrigen Theile des hinteren Hirnstammes, selbst vollkommene Durchschneidungen desselben — hatten stets Verengung zur Folge. Die von Durchschneidung bedingte dauerte nur kurze Zeit an.

### C. Störungen der Eingeweide-Functionen.

1. Bauchhöhle: Es machten sich niemals solche Erscheinungen bemerkbar, wie es diesbezüglich nach Sehhügelverletzungen der Fall war. Die Entleerungen waren weder häufiger, noch auch erschien ihre Qualität auffallend geändert. (Genauere Untersuchungen wurden leider nicht angestellt).

2. Brusthöhle: Obwohl Verletzungen des Calam. script., wie allgemein bekannt, stets rasches Aufhören der Athmung und hiedurch den Tod des Thieres herbeiführen, so erwiesen sich doch die Alterationen der Athmung nach den Verletzungen der rückwärts vom Sehhügel gelegenen Centraltheile (mit der obigen Ausnahme) als verhältnismässig sehr geringe; und wenn sie sich im auffallenderen Masse geltend machten, so waren sie vorübergehend. Selbst solche Verletzungen, welche dem Calamus scriptor. ganz nahe lagen (V. Nr. 40 und 41), sowie gänzliche Anfüllung des 4. Ventrikels mit Blut, waren nicht im Stande raschen Tod zu bewirken. Vorübergehende Athembeschwerden folgten auf Durchtrennung des inneren Drittels der Med. obl. (V. Nr. 40) sowie der Brücke (V. Nr. 32), und auf bedeutendere Blutergüsse in den 4. Ventrikel (S. 90 f). Nach vollständigen



Durchschneidungen des Hirnstammes bis hinter die Brücke ergab sich betreffs der Athmung, wie auch der übrigen wesentlichen Lebensfunctionen, stets dasselbe Resultat, wie nach Abtrennung der Sehhügel, nämlich Abnahme alle Thätigkeiten in jeder Hinsicht und Tod in 2—4 Stunden. Bemerkenswert ist, dass ganz dasselbe nach Durchtrennung der grauen Substanz im Boden des Aquaed. Sylvii eintrat in einem Falle, wo die Verbindung der Sehhügel mit den hinter ihm liegenden Centraltheilen, unterhalb dieser grauen Bodensubstanz, wie auch oberhalb des Aquaed. noch fortbestand (V. Nr. 29). Gänzliches sofortiges Aufhören der Athmung wurde ausser der Verletzung des Calam. script. auch durch völlige Trennung des Halsmarkes bewirkt. Wenigstens war dies bei den Säugethieren stets der Fall; bei Gänsen schienen noch Athembewegungen stattzufinden.

Der Herzschlag verhielt sich im allgemeinen bei Verletzungen der äusseren Partien des hinteren Hirnstammes und bei gänzlicher Durchschneidung des letzteren und der Bodensubstanz des Aquaed. Sylvii ähnlich der Athmung. Durchtrennung des mittleren Drittels des Hirnstammes hatte sowohl in der Nähe des Calamus script. (oberhalb), — als auch in der Brücke stets Abnahme der Frequenz und Intensität des Herzschlages zur Folge, und zwar in solchem Masse und etwa in solcher Weise, wie nach Absetzung der Sehhügel (V. Nr. 33 und 40). Welche Wirkung Läsion des Calam. script. und Durchschneidung des Halsmarkes auf das Herz habe, dürfte sich wohl nur mittelst Zuhilfenahme künstlicher Athmung einigermaßen genauer bestimmen lassen. Mein Versuch Nr. 43 kann diesbezüglich nicht genügen. Genauere Daten, als die in V. Nr. 33 und 40 angeführten, stehen mir nicht zu Gebote; ich hoffe jedoch, dass diese genügen werden, um den Einfluss der Sehhügel auf die Athmungs- und Herzfunction festzustellen.

Die an den Gefässen wahrgenommenen Erscheinungen beschränkten sich auf den Injectionszustand der Ohren, welcher in Folge von Verletzungen sowohl der Med. obl., als auch der Bodensubstanz des Aquaeduct. Sylvii und des Halsmarkes eintrat (V. Nr. 40, 41, 44, S. 91 k). Wo dieser Injectionszustand sich nicht zeigte, fiel nichts Besonderes auf und genauere Untersuchungen (des Blutdruckes z. B.) fanden nicht statt; ebenso verhielt es sich betreffs der Temperaturmessungen. Bloss im V. Nr. 40 findet sich eine thermometrische Angabe. Solche Messungen erscheinen übrigens von minderer Wichtigkeit für den Zweck dieser Arbeit, da sich ja



der Einfluss des Sehhügels, wegen des nach Verletzungen der anderen Centraltheile — wenn vorher oder nachher der Sehhügel abgetrennt wird — rasch erfolgenden Todes, nicht ausschliessen lässt.

Vermehrung von Secretion zeigte sich nach beinahe gänzlicher Durchtrennung der Brücke, als Schleimfluss aus dem rechten Auge und der Nase, sowie aus dem Munde, und in grobblasigen Rasselgeräuschen. All dies kam erst im späteren Verlaufe der Läsion zustande, das letztere Symptom am frühesten, nämlich  $\frac{3}{4}$  Stunden nach der Verletzung; dagegen dauerte es auch nur kurze Zeit. Nach ziemlich tief abwärts dringender Verletzung links neben der Raphe in der Mitte der Foss. rhomboidea (V. Nr. 37) mit Durchtrennung der Eminentiae teretes wurde stärkere Thränenabsonderung am rechten Auge beobachtet. Speichelfluss begleitete ferner, nach Durchtrennung des ganzen inneren Drittels, nahe dem hinteren Winkel der Rautengrube, den Trismus, welcher 19 Stunden post operat. auftrat. (V. Nr. 40.)

#### D. Störungen der Muskelthätigkeit.

Diese erschienen theils in Form von Krämpfen und convulsivischem Wälzen des Körpers, theils als völlige Erschlaffung und endlich als Lauf- oder vielmehr Spring-Anfälle. Die Krämpfe waren meist tonische und partielle, obgleich sie anfangs fast immer zu convulsivischen allgemeinen Bewegungen, und zwar zu Wälzung Anlass gaben, oder wenigstens damit verbunden waren. Jede kleinere Verletzung der grauen Substanz, vom Vierhügel nach rückwärts bis zum Calamus scriptorius, bewirkte nämlich sofort solche Wälzbewegungen. Aber während des weiteren Verlaufes und bei längerer Beobachtung zeigte es sich, dass die Thiere bei Bewusstsein waren, dass sich die Wälzbewegung augenscheinlich in Folge des Versuches zu entfliehen wiederholte — wenn man das Thier berührte, oder wenn man an den Tisch stiess, in die Hände klatschte, ja selbst wenn man sich dem Thiere bloss näherte — und dass auch während der Pausen zwischen den in obiger Weise, also bloss scheinbar anfallsweise, auftretenden Wälzungen, ein Krampfzustand zugegen blieb, und zwar ein auf verhältnismässig kleine Muskelgebiete beschränkter, dafür aber tonischer Krampfzustand. So hatte Verletzung der Med. obl. auf einer Seite neben dem Calam. scriptor., und auch noch



etwas oberhalb dieser Stelle, bleibende tetanische Contraction der Muskulatur des Vorderstammes auf derselben Seite, also Biegung des letzteren nach dieser Richtung hin, zur Folge. Je weiter vorwärts, gegen die Vierhügel zu, eine solche Verletzung stattfand, desto mehr trat eine entsprechende Biegung des Halses — und zwar durch Contraction zunächst der tieferen, dann der am Kopfe inserierten, oberflächlichen Hals-Muskeln hervor. Nach Verletzung etwa der mittleren Schichte der Brücke (von vorne unten in V. Nr. 13, von vorne oben S. 91 i) blieb Bauchwärts- und Seitwärtsbeugung des Rumpfes gegen die verletzte Seite hin (ausser, wenn der *Ped. cerebri* durchschnitten war, wie im V. Nr. 13) und nach Verletzungen der unteren Schichte krampfhaft Streckung der Extremitäten zurück. Augenscheinlich hängt die krampfhaft Streckung der vorderen Extremitäten vom vorderen, die der hinteren vom hinteren Theile der Brücke ab. Hiebei fehlen die Drehungs-Convulsionen gewöhnlich, wahrscheinlich weil Drehungen durch die senkrecht zur Körperaxe ausgestreckten Extremitäten unmöglich gemacht werden. Unter den hieher gehörigen Versuchen kamen Wälzungen bloss einmal vor, nämlich im V. Nr. 31, wo bloss eine Seite der Brücke, u. zw. am hinteren Theile, verletzt wurde, also die Vorderpfoten nicht in tetanischer Streckung waren. Diese letztere zeigte die (stets lange) Dauer des tonischen Krampfzustandes nach Verletzungen des hinteren Hirnstammes am auffallendsten, da sich constatieren liess, dass dieselbe unmittelbar in die Todenstarre übergieng. Die Biegung bauchwärts hatte die relativ kürzeste Dauer. Verletzung des Spinalmarkes zwischen seinem Rücken- und Lendentheil schien ebenfalls tonischen Krampf, und zwar bloss der Muskulatur des Hinterstammes, von beträchtlicher Dauer hervorzurufen, während andere Stellen dieses Centraltheiles diesbezüglich ein ganz negatives Resultat lieferten. Clonische Krämpfe — u. zw. der Halsmuskeln an der Seite der Verletzung — traten nach Verletzung der Bodensubstanz des *Aquaed. Sylvii* ein, nachdem ihnen ebenfalls allgemeine Convulsionen mit Wälzen in der oben erwähnten Weise vorhergegangen waren. Sie waren, sowie die tonischen Krämpfe, welche aus weiter rückwärts gelegenen Partien ausgelöst wurden, anfangs mit Krampf der Augenmuskeln verbunden (V. Nr. 31, 32, 37, 38, 39, S. 91 k).

Der einzige Theil des Hirnstammes, durch dessen Verletzung, ausser der des Sehhügels es noch gelang, in Wahrheit anfallsweise erscheinende Krämpfe, oder auch nur Laufparoxysmen, rasch



hervorzurufen, ist die oberhalb des Aquaed. Sylv. befindliche Partie des Vierhügels. Ausser den Lauf- oder vielmehr Springanfällen, kam hier Krampf der Halsmuskeln, mit Rückwärts- und auch mit Bauchwärtsbeugung desselben, ferner vielleicht auch Krampf der Bauchmuskeln vor. Die Anfälle begannen bereits 1 Stunde nach der Verletzung. Auch nach Durchtrennung der Pyramiden- und runden Stränge im hinteren Theile der Med. obl. entwickelte sich während des späteren Verlaufes (nach 19 Stunden) ein solcher Krampfzustand (V. Nr. 40), der sich jedoch bloss als Trismus äusserte, und endlich, ebenfalls in Form von Trismus, nach Durchschneidung entsprechend dem hinteren (caudalen) Theile, und zwar der mittleren und oberen Schichte des Pons Varoli (S. 90 g), wo er ebenfalls bereits nach einer Stunde auftrat.

Erschlaffung folgte bloss auf ausgedehntere Durchtrennungen; und zwar scheint die Durchtrennung der grauen Substanz auch diesbezüglich entscheidender zu sein, als die der Nervenfaserbündel; denn als sie an der grauen Bodenmasse des Aquaed. Sylvii ausgeführt wurde (V. Nr. 29), traten dieselben Symptome ein, wie nach gänzlicher Durchschneidung des Hirnstammes. Die Erschlaffung folgte theils unmittelbar auf die Durchschneidung, theils gieng ihr ein ganz kurzes Krampfstadium voran. Letzteres wurde nach Abtrennung des Spinalmarkes von der Med. obl. nicht mehr mit Gewissheit als solches erkannt. Es kamen nämlich wohl noch Bewegungen zu Stande (V. Nr. 43), welche (besonders bei Vögeln) mit beträchtlicher Kraft ausgeführt wurden, aber ihre Intensität erreichte dennoch nie jenen Grad, welcher nach weiter oben stattgefundenen Verletzungen zur Beobachtung gelangte. In Betreff der Extremitäten glich die nach Durchtrennungen des Spinalmarkes, ja schon nach solchen der Med. obl. folgende Erschlaffung, wenigstens bei Säugethieren, stets einer vollständigen Lähmung. Die Med. obl. brauchte hiezu nicht einmal gänzlich durchschnitten zu werden; man erhielt dieses Resultat auch nach Durchschneidung der beiden äusseren Drittel. Einen ähnlichen Erfolg hatte Durchschneidung der beiden Pyramidenstränge entsprechend dem hinteren (caudalen) Theile der Med. obl. auf den Hinterstamm. Geschah diese Verletzung jedoch dicht unterhalb oder innerhalb der Brücke, so erschlaffte der ganze Stamm, ohne dass irgend ein Theil desselben völlig gelähmt erschien. Charakteristisch ist für diesen Zustand auch der Umstand, dass nach Durchtrennung der Pyramide bloss einer



Seite krampflose Biegung des Stammes nach der unverletzten Seite hin erfolgte, resp. nach den (zunächst aufgetretenen) Convulsionen zurückblieb, wie nach Durchschneidung eines Peduncul. cerebri (S. 91 i).

Ueber den Einfluss verschiedener Schichten der hinter dem Thal. opt. gelegenen Centraltheile auf die Entwicklung des Krampfzustandes geben zwar die obigen Versuche sehr ungenügenden Aufschluss, da eben fast jede Verletzung, mit Ausnahme derer des Vierhügels, sofort Krämpfe hervorbrachte. Berücksichtigen wir aber die diesbezüglichen Resultate der an den Sehhügeln gemachten Versuche, so finden wir auch für jene einige Anhaltspunkte. Die Verletzung des oberen Theiles des Corp. quadrigem. (V. Nr. 35) wirkte auf das Entstehen der Krämpfe ganz ähnlich einer solchen des Sehhügels. Ferner hatte Durchtrennung der oberen Schichte in der Mitte der Rautengrube, bei etwas tieferem Eindringen links, dauernde Krümmung des Stammes nach der linken Seite zur Folge (V. Nr. 37), während gänzliche Durchtrennung bekanntlich Erschlaffung bedingt. Die Verletzung hatte demnach im V. Nr. 37 nicht bloss die obere auslösende Schichte durchtrennt, sondern auch die untere motorische selbst afficiert. Ausserdem war nach der im eben citierten Versuche beschriebenen Verletzung, welche sich über die Eminent. t. nach links und abwärts fortsetzte, aber die unterste Schichte der Brücke undurchtrennt liess, Spannung der hinteren Extremität der entgegengesetzten Seite vorhanden, was so gedeutet werden könnte, dass hier bloss die obere, auslösende Schichte der betreffenden Centralstelle durchtrennt worden sei. Man ersieht hieraus zugleich, dass die auf die Extremitäten wirkende Centralstelle nach unten (ventral) und nach aussen von der die Stamm-muskeln beeinflussenden gelegen ist. Der V. Nr. 38 zeigt auf dieselbe Weise an, dass die Centralstelle, welche Krampf der Halsmuskeln hervorbringt, nach aussen und dorsal sehr oberflächlich liege, und dass es kaum gelingen dürfte, an ihr experimentell eine obere auslösende Schichte von einer unteren, eigentlich motorischen getrennt nachzuweisen, weil sie im ganzen sehr dünn ist.



## VII. Resultat beider Versuchsreihen, Vergleichenungen und daraus sich ergebende Schlüsse.

Vergleichen wir nun die Ergebnisse der Sehhügelverletzungen mit den eben angeführten der rückwärts vom Sehhügel befindlichen Centraltheile, um die Functionen des ersteren von denen der letzteren genauer unterscheiden zu können!

a) Der Depressionszustand, welcher nach Verletzungen der Sehhügel, und zwar besonders ihrer unteren Schichte, stets in so auffallendem Masse eintrat und von uns als Folge activer Hemmung aufgefasst wurde, äusserte sich sonst bloss noch in Folge von Verletzungen der Vierhügel und von völliger Durchtrennung (besonders des Halsmarkes bei Vögeln, dann aber bloss in eben merklichem Grade und mit ganz kurzer Dauer; sonst wurde sie, selbst wenn sie in gewissem Masse vorhanden sein mochte, von den Erscheinungen der Hyperkinesie völlig verdeckt.

b) Die Sinnesstörungen in Folge von Sehhügelläsionen hatten im allgemeinen den Charakter der Depression und äusserten sich vorzüglich als Blindheit mit Pupillenerweiterung. Verengung der Pupille mit Schliessen der Augenlider kam bloss mit Reizungserscheinungen zugleich, im späteren Verlaufe, kurz vor oder während des Auftretens jener Reizbarkeit vor, welche die periodischen Krämpfe bedingte. Auch nach den Verletzungen des hinteren Hirnstammes fielen besonders die Functionsstörungen des Sehorganes auf, und zwar nach Verletzung der Vierhügel sowohl Störungen des Sehactes selbst, als auch solche in der Function der den Bulbus bewegenden Muskulatur; nach Verletzungen des 4. Ventrikels bloss Abnormitäten dieser Muskelthätigkeit —; aber hier hatten alle Erscheinungen den Charakter der Reizung (mit alleiniger Ausnahme wohl der S. 90 g) erwähnten Pupillenerweiterung). Das krampfhafte Oeffnen der Augenspalten, welches den Nystagmus, das Schielen und die Pupillenverengung stets wenigstens auf kurze Zeit begleitete, muss wohl auch als eine dem Depressionszustande entgegengesetzte Reizungserscheinung aufgefasst werden, da sich ja während jener Depression, welche wir Schlaf nennen, die Lider schliessen und selbst der bei pathologischen Veränderungen des Auges vorkommende krampfhafte Lidschluss eine die Abhaltung des Lichtes bezweckende Hemmungsaction ist, die vom hinteren Theile des Sehhügels ausgeht.



c) Bezüglich der Wirksamkeit auf die Eingeweide standen die Sehhügel — wenn man vom plötzlichen und vollständigen Aufhören der Athmung nach Verletzung des Calam. script. absieht — weit über allen anderen Theilen. Dies zeigte sich schon in der kürzeren Lebensdauer (wenige Stunden) nach bedeutenderen Läsionen der Sehhügel (besonders ihres unteren Theiles) und nach Abtrennung derselben; während selbst grosse Wunden des hinteren Hirnstammes, sogar wenn sie dem Calam. script. sehr nahe waren, eine Lebensdauer von 1—2 Tagen zuliessen.

Bezüglich der Baueingeweide speciell, auf welche die Verletzungen der Sehhügel unverkennbaren Einfluss zeigten, fiel nach Verletzungen der hinteren Centraltheile nichts Besonderes auf. Auch die Herzthätigkeit wurde in solchen Fällen augenscheinlich nur insoferne alteriert, als die vom Sehhügel gegen den Calam. script. laufenden, auf das Herz wirkenden Leitungsbahnen durchtrennt waren.

Die Athmungsstörungen dagegen waren theils von Leitungsbahnen aus dem Sehhügel, theils von Functionsstörungen der Muskulatur des Vorderstammes und vielleicht des Zwerchfells (welches aus dem Noeud vital seine Innervation beziehen mag), abhängig. Während Abtrennung der Sehhügel, Vierhügel und der Brücke allmähliges Sinken aller Lebensfunctionen und Tod erst nach 2—4 Stunden nach sich zog, hat bekanntlich Durchtrennung des Halsmarkes augenblicklich (wenigstens bei Säugethieren) gänzlichcs Aufhören der Athmung zur Folge. Der hemmende und belebende — also regulierende Einfluss des Sehhügels auf die Athmung ist demnach von ganz anderer Art als der von dem verlängerten Mark ausgehende. Ersterer scheint das Athmungsbedürfnis des Gesamtorganismus auf die bezeichnete Centralstelle des theilweise auch der Willkür (dem Hemisphären-einfluss) unterworfenen automatischen Apparates der Athmungsmuskulatur zu übertragen.

Aehnlich wirkt der Sehhügel auf das Herz und wahrscheinlich auch auf alle übrigen Theile des Gefässsystems, nämlich durch Uebertragung seines Einflusses auf Centralstellen, welche auch nach Abtrennung der Sehhügel noch durch einige Zeit functionieren, aber hiebei allmählig schwächer werden, bis endlich der Tod eintritt. Wenn die hinter dem Sehhügel liegenden Centralstellen irgend eine Wirkung auf das Herz überhaupt auszuüben im Stande



sind, so ist diese doch gegenüber der des Sehhügels verschwindend gering und dürfte theils auf dem Zusammenhange des Kreislaufes mit der Athmung und der Muskelthätigkeit des ganzen Körpers beruhen, theils von den — wahrscheinlich über alle (den einzelnen Körpersegmenten entsprechende) Centraltheile verbreiteten — Gefässcentren abhängig sein. Das von Bezold hervorgehobene rasche Eintreten des Todes, wenn bei Durchtrennung der Med. obl. der centrale Stumpf des Vagus gereizt wird, erinnert an denselben Effect von mechanischer Reizung (Verletzung) der Med. obl. nach Abtrennung der Sehhügel und beweist somit nichts für eine Beeinflussung des Herzens durch die hinter jener Durchtrennungsstelle befindlichen Centraltheile. Es weist, abgesehen vom Effecte dieser Reizung betreffs des Athmungsactes, vor allem auf die grosse Erschöpfbarkeit der des Sehhügeleinflusses beraubten Centralstellen hin.

Diese Erschöpfbarkeit und das unaufhaltsame, zum Tode führende Sinken der Function nach Abtrennung der Sehhügel dürfte auch für die vasomotorischen Centren des hinteren Hirnstammes und des Spinalmarkes gelten. Jedenfalls kann hervorgehoben werden, dass die vasomotorischen Erscheinungen nach Verletzungen der Sehhügel einen viel höheren Grad erreichten, als nach solchen der übrigen Centraltheile, und zwar bestanden diese Erscheinungen in Contraction der Gefässe, welche mit der Depression Hand in Hand gieng.

Auf die Secretionen wirkte der Sehhügel stärker als der hintere Hirnstamm, nach dessen Verletzungen bloss in solchen Fällen Schleimfluss aus dem Munde, der Nase und von der Conjunctiva, sowie Thränenfluss, beobachtet wurde, wenn die Sehhügel nicht abgetrennt waren, und auch dann bloss im späteren Verlaufe, gleichzeitig mit vorübergehenden Athembeschwerden oder mit Trismus. Vermehrung und häufigere Ausscheidung des Harnes, ferner Verdünnung des Darminhaltes kamen bloss nach Sehhügelverletzungen vor, und auch Thränenfluss wurde nach solchen beobachtet. Inwieferne sich hiebei auch die Qualität der Secrete änderte, ob insbesondere auch Zucker im Harne vorkomme, ob endlich diese Wirkung der Sehhügelverletzungen durch Aenderung der von diesem Hirntheile ausgehenden vasomotorischen Innervation bedingt werde, muss eingehenderen Untersuchungen zur Entscheidung überlassen werden. Die bekannt gewordenen Fälle von Zuckerharnen nach Gehirnerschütterung und sonstigen Verletzungen der Centraltheile des N. S. (S. Wiener allg. mediz. Ztg. vom Februar 1886)



scheinen mir deutlich dafür zu sprechen; jedoch will ich hiemit den Einfluss der Med. obl. auf die Harnabsonderung unter der Form des Diabetes mellitus und insipidus nicht in Abrede stellen, da ich mich hiebei nicht auf Versuche stützen könnte: Nur die Möglichkeit, dass es sich beim sog. Zuckerstich um Durchtrennung vom Sehhügel kommender Leitungsbahnen handle, sei hervorgehoben. Man kann wohl, bei Inbetrachtung des hemmenden, regulierenden Charakters der sonstigen Sehhügel-functionen, die Vermuthung aussprechen, dass die verschiedenen Drüsen ihre unmittelbare Innervation aus jenen Centralstellen erhalten, welche die entsprechenden Körpersegmente versehen, und dass durch Verletzungen der Sehhügel bloss ein zu diesen Centralstellen gehender Hemmungs- und Regulierungseinfluss alteriert werde.

d) Bewegungsstörungen. Die auf Sehhügelläsionen folgenden Bewegungsstörungen hatten, mindestens im ersten Stadium des jedesmaligen Läsionsverlaufes, stets den Charakter ausgesprochener Hemmung auf einer oder auf beiden Seiten und äusserten sich besonders unter der Form abnormer Coordination der Gesamththätigkeit aller Muskeln.

Die Sehhügel beeinflussten die Muskulatur nicht direct, sondern bloss deren weiter hinten liegende Centren. Nur bezüglich der am vordersten Theile des Kopfes (Nase, Lippen) befindlichen Muskeln (vielleicht auch der Schliessmuskeln der Augenlider, eines Theiles der am Oberkiefer und am oberen vorderen Theil des Unterkiefers inserierten Muskulatur) schien eine Ausnahme zu bestehen. Diese zeigten sich nämlich nach Abtrennung der Sehhügel gelähmt, dürften also aus letzteren nicht nur ihre Coordination, sondern auch directe Innervation erhalten. Hiefür spricht auch der Umstand, dass es durch Verletzung der hinter dem Sehhügel befindlichen Centralstellen niemals gelang, diese Muskeln direct in Krampf zu versetzen, während sich letzterer nach Sehhügelverletzung wenigstens zunächst — obgleich ebenfalls nicht sofort — einstellte. Wenn ferner durch Verletzung irgend einer Stelle des hinteren Hirnstammes der hiefür charakteristische, sofortige und dauernde Kramp fzustand eintrat, so pflanzte sich dieser fast niemals (einzige Ausnahme S. 90 g) in Betreff der Kaumuskeln) bis auf die obige Muskelgruppe, sondern nur bis auf die Muskeln des Bulbus — sammt Levat. palp. sup. — und des Nackens fort. Erstere Muskelgruppe scheint demnach dem hemmenden Einfluss stärker und



unmittelbarer unterworfen zu sein, was mit ihrer physiognomischen Bedeutung völlig übereinstimmt. Auch diese Muskelgruppe konnte durch Verletzung der Sehhügel zu Krämpfen — jedoch bloss zu periodischen, anfallsweise auftretenden Krämpfen — veranlasst werden, wie die Muskulatur des ganzen übrigen Körpers. Diese Krämpfe konnten sich über den ganzen Körper verbreiten und einen — vielleicht als Reaction auf diesen hochgradigen allgemeinen Erregungszustand folgenden — Hemmungsact von ebenso grosser Intensität und Ausbreitung, in Form von Scheintod, auslösen.

Nach Verletzungen der vom Sehhügel nach rückwärts liegenden Centraltheile gelangten derartige Hemmungsacte nie zur Beobachtung. Die sofort eintretende, je nach dem Sitz der Verletzung auf diese oder jene Muskelgruppe der verletzten Seite beschränkte, Krampferregung dauerte oft bis zur allgemeinen Abnahme aller Functionen, oder gieng sogar unmittelbar in die Todtenstarre über. Hier war also der Verletzungsreiz im Stande, den Hemmungseinfluss dauernd zu überwinden, und eine bis zum Krampfzustande gesteigerte Hyperkinesie dauernd zu erhalten, während Sehhügelverletzungen den Hemmungseinfluss selbst nicht bloss steigerten, sondern partiell auch verminderten. In ihrem späteren Verlaufe ziehen zwar auch Verletzungen der hinteren Theile, selbst des Rückenmarkes, Schwächung des hemmenden (und erhaltenden) Sehhügeleinflusses nach sich, wie der anfallsweise auftretende Trismus (V. Nr. 40) und die von Brown-Séguard — durch Verletzung des Rückenmarkes — hervorgerufene und als „spinale“ bezeichnete Epilepsie zeigen; aber hiezu bedurfte es stets längerer Zeit, bei Brown-Séguards (10) spinaler Epilepsie selbst Wochen. Die Function der Sehhügel wurde also in diesen Fällen bloss secundär alteriert.

In gewisser Beziehung war auch ein Uebereinstimmen der von Sehhügelverletzungen bedingten Erscheinungen mit den von den übrigen Centralstellen ausgehenden zu constatieren. Durchtrennung einer Seitenhälfte des Hirnstammes hatte nämlich überall ein krampfloses Ueberwiegen der Muskelthätigkeit auf der entgegengesetzten Seite zur Folge; nur war hiemit, wenn die Durchtrennung einen Sehhügel betraf, bloss Coordinationsstörung, und zwar Störung des Zusammenwirkens der Muskelthätigkeit auf der verletzten mit jener der unverletzten Seite, in der Form von Manègebewegung verbunden, während eine solche Durchtrennung weiter hinten auch theilweise Lähmung des Rumpfes und der Extremitäten



derselben Seite nach sich zog, so dass es dem Thiere unmöglich war, sich aufzurichten, zu stehen, oder zu gehen. An den Extremitäten äusserte sich dieses Ueberwiegen der Muskelthätigkeit auf der unverletzten Seite als stärkere Streckung, ein Symptom, welches nach Durchtrennung der oberen zwei Drittel eines Sehhügels und nach solchen Verletzungen der Varolsbrücke vom 4. Ventrikel aus, die nur bis auf eine gewisse Tiefe und nicht bis zur Basis drangen, zur Beobachtung gelangte. Dieses Symptom ist das einzige, zu dessen Erklärung man einen gekreuzten, von vorderen Centralstellen einer Seite auf weiter hinten befindliche der anderen Seite gehenden Einfluss anzunehmen versucht sein könnte. Alle anderen motorischen und sensorischen Erscheinungen weisen sogar mit Bestimmtheit darauf hin, dass die beiden Seitenhälften des ganzen Centralnervensystems, sowohl **mit einander**, als auch **von einander unabhängig**, functionieren, und dass die von der einen zur anderen laufenden Nervenbahnen theils bloss Commissuren sind, theils zur Verbindung mehr vorne (cephal) gelegener Centralstellen (Gross- und Kleinhirn mit einbegriffen) der einen Seite, zu mehr hinten (caudal) befindlichen der anderen Seite, dienen. Man müsste demnach für das obige, auf gekreuzten Einfluss der vorderen Hirntheile hinzeigende Symptom eine Erklärung finden, welche die Annahme einer so hochgradigen wirklichen Kreuzung der Nervenbahnen, wie sie allgemein anerkannt, in neuerer Zeit jedoch (Wundt) negiert wurde, überflüssig macht. Ich werde eine solche Erklärung weiter unten zu geben versuchen, weil sie auch auf die allbekannten gekreuzten Symptome von pathologischen Affectionen (Apoplexien, Geschwülsten etc.) der Grosshirnhemisphären, der Streifen- und Sehhügel, wie auch des Kleinhirns, Anwendung finden muss.

Hier sei nur soviel vorläufig erwähnt, dass sich diese Erklärung auf die Hemmungswirkung des unteren Theiles der Sehhügel stützt.

### VIII. Schlüsse hinsichtlich der Function des Centralnervensystems überhaupt.

Mit der obigen Annahme der Selbständigkeit seiner beiden symmetrischen Hälften haben wir sie bereits begonnen. Für die einzelnen Theile derselben glaube ich Folgendes behaupten zu können.



## 1. Vierhügel.

### A. *Allgemeines.*

Die Vierhügel mit dem Aquaed. Sylvii stellen gleichsam ein Uebergangsglied zwischen dem hinteren Hirnstamm und den Sehhügeln dar und charakterisieren sich als solches durch Depressions-Erscheinungen und durch clonische, bezw. durch in gesonderten Anfällen auftretende Krämpfe, die von ihnen ausgehen, sobald sie verletzt werden. Die Depression und die Hemmung der Krämpfe jedoch dürfte nicht dem Vierhügel selbst zuzuschreiben sein, sondern der mit ihm unmittelbar verschmolzenen Sehhügelmasse entstammen.

### B. *Specielles. — Innervation des Sehapparates.*

Oberhalb des Aequeduct. Sylvii, und zwar vorzüglich in dem vorderen Vierhügelpaare, befindet sich das Empfindungscentrum des Bulbus oculi, welches zwar auch den Sehact, die Seh-Empfindung, wesentlich beeinflusst, neben welchem aber zum Zustandekommen der Sehwahrnehmung auch der obere Theil der Sehhügel mit den Kniehöckern und die hintere Partie des Tub. cin. nothwendig sind. Jedoch scheinen diese Theile als Ausgangspunkte wohl weniger (oder doch nicht nur) für die directe Innervation der Netzhaut zu dienen, sondern mehr für die der vorderen Aussengebilde des Auges (möglicherweise auch seiner nächsten Umgebung, besonders der Stirne), für die Innervation der Lider (vielleicht bloss ihres Schliessmuskels) und der Irisbewegung (vielleicht bloss Erweiterung, während die Verengung möglicherweise vom Vierhügel ausgeht), ferner etwa auch der Thränendrüsen, Binde- und Hornhaut. Der Umstand, dass fast jede Verletzung des Bodens des 4. Ventrikels, bis zu dessen hinterem Ende hin, Krämpfe der Augenmuskeln und Verengung der Pupillen für kurze Zeit nach sich zog, scheint mir eher auf Fortpflanzung des hiedurch in anderen Centren hervorgerufenen Reizeffectes zu beruhen, als auf einer so weiten Ausbreitung der Centralstelle des Auges; zur Annahme einer solchen Fortpflanzung nach vorne und hinten zu, berechtigen uns ja auch viele andere physiologische und pathologische Thatsachen, sowie der anatomische Zusammenhang der Centraltheile untereinander.

Der Boden des Aquaeduct. Sylvii enthält das Centrum für den Levat. palp. sup., dann für die Bewegung



des Bulbus (vielleicht mit Einschluss der Iris, besonders bezüglich der Wirkung ihres Sphincters); weiters — insoferne man etwa die graue Substanz der Lam. perf. post. noch dazu rechnen kann (nebst ihrer Fortsetzung in den vorderen Theil der Brücke) — auch die Innervationsstelle für den an den Unterkiefer grenzenden Theil der Bauchseite des Halses.

Schon hier beginnen also die Centren

## **2. für die Muskeln des Halses, Nackens und Hinterkopfes.**

Zum Centrum für die Bauchseite des Halses stehen vielleicht die Oliven (und zwar etwa betreffs des Kehlkopfes — und der Zunge?) — in näherer Beziehung.

Die Rückseite des Kopfes und des Halses bezieht ihre Nerven aus der weiter oben und aussen, gleich hinter und ausserhalb der Vierhügelmasse befindlichen Partie des Centralgraues, welche auch den Acusticuskern enthält.

## **3. Innervation des Vorderstammes.**

Nach innen und hinten zu schliesst sich an die letzterwähnte Partie die Centralstelle für den vorderen, auch zur Athembewegung verwendeten Theil des Rumpfes an. Dieselbe erstreckt sich von der Brücke bis hinter den (caudalwärts vom) Calamus cript., aus welchem, nebst einem bloss für die Lunge bestimmten Theile des Vagus, der Zwerchfellsnerv entspringen dürfte. Es sind wahrscheinlich bloss die langen und starken, vom Hinterkopf und vom Nacken zum Brustkorb hinabsteigenden Muskelmassen (mit Einschluss der an den Schulterring und Oberarm tretenden?), deren Centrum sich unter dem (ventralwärts vom) 4. Ventrikel befindet, während die kurzen, zwischen den einzelnen oder doch nur wenigen Wirbeln und zwischen den Rippen, ausgespannten, sowie die von der Wirbelsäule zum Schulterring (und zum Oberarm?) laufenden Muskeln und die knöchernen Gebilde des Vorderstammes selbst, ihre Centralstellen entsprechend immer weiter unten haben dürften, etwa bis gegen die Lendenanschwellung hin. Bezüglich der Centren der Bauchmuskelnerven kann man, gestützt auf pathologische Thatsachen (Hasse, „Krankheiten des Nervensystems“ im IV. B., I. Abth. des von Virchow herausgegebenen Sammelwerkes) die



Localisation von der Gegend der letzten Hals- und ersten Brustwirbel abwärts um so eher für wahrscheinlich ansehen, als ihre vorderen Insertionen ja bis zur 5. Rippe reichen.

Bei Vögeln, wo der Hals eine grössere Zahl von Wirbeln besitzt, als bei den Säugethieren, und wo der Rumpf ein fast starres Knochengerüste bildet, mag die Med. obl. bloss Halsmuskeln innervieren und das Centrum der Athmungsmuskulatur sich weiter caudalwärts erstrecken.

#### **4. Innervation des Hinterstammes.**

An die Innervationscentren des Brustkorbes und der Bauchmuskeln schliessen sich endlich diejenigen an, welche die Muskulatur der Lenden, des Schweifes und der Hüften, vielleicht mit Einschluss von zum Oberschenkel hinabsteigenden Muskeln und etwa die übrigen zu diesen Körpersegmenten gehörigen Gebilde versehen.

#### **5. Die Varolsbrücke als ein Centrum, welches die Extremitäten wesentlich beeinflusst.**

Die hohe Bedeutung, welche die Varol'sche Brücke für die Extremitäten besitzt, darf um so weniger übersehen oder zu gering geschätzt werden, als nicht bloss die hier angeführten Versuchsergebnisse (der, je nach Verletzung der hinteren oder vorderen Partie dieses Hirnthheiles, eintretende Tetanus der Hinter- oder Vorderfüsse) sondern auch anatomische und vergleichend-anatomische Forschungsergebnisse, sowie physiologische und pathologisch-klinische Thatfachen auf ihre directe Innervation von dort aus hinweisen.

Nach Deiters endigen die Vorderstränge des Spinalmarkes in Haufen von Nervenzellen, welche in der Nähe der Brücke schon in den Strängen selbst beginnen und in der Brücke ihre grösste Entwicklung erreichen. Und Schiff sprach geradezu aus, dass die erste Endigung der Extremitäten-Nerven in der Gegend des hinteren Randes der Brücke stattfindet. Vielleicht lässt sich auch Hyrtl's Angabe, dass die äusseren Fasern der vorderen Nervenwurzeln unmittelbar in die vordere Partie der Seitenstränge übergehen, zum Theil hieher beziehen, während die Endigung der Seitenstränge selbst (und der nach Meynert in sie übergehenden



Pyramiden) in der *Formatio reticularis* der *Med. obl.* (*Lenhossék*) (11), für den Ursprung der Nerven eines Theiles der Stamm-Muskulatur aus der unter Nr. 3, S. 107 erwähnten Centralstelle spricht. (Die Angaben von *Deiters* und *Schiff* scheinen in neuerer Zeit nicht beachtet worden zu sein; wenigstens fand ich nichts auf sie Bezug habendes in neueren Werken über die Anatomie des Centralnervensystems. Jedoch geht auch aus letzteren hervor, dass ein Theil der sensorischen und motorischen Bahnen des Rückenmarkes in der Brücke endet.)

Ferner erfordert ja die complicierte Function der Extremitäten (besonders beim Menschen, wo sie neben ihrer Rolle als Träger des Tastgefühls, auch die von Instrumenten für die mannigfaltigsten Arbeiten auszuführen vermögen) eine solche Masse von Centralsubstanz, und diese eine so vielseitige Verbindung mit den Hirntheilen, an welche die psychische Function gebunden ist, dass schon hiedurch der Sitz der Extremitäten-Centren im Spinalmarke, oder wenigstens bloss daselbst, unwahrscheinlich wird. Die *Varolsbrücke* dagegen bietet sowohl graue Centralmasse ventralwärts von der Fortsetzung des Spinalgraues, als auch Verbindungen der beiden Seitenhälften untereinander und mit dem Gross- und Kleinhirn, wie sie im ganzen Centralnervensystem sonst nirgends in so bedeutendem Masse vorkommen.

Auch *Laborde* sagt, die Brücke scheine nach den Experimenten auf die Haltung des Körpers, auf die locomotorische Bewegung und auf die Bewegungsempfindung Einfluss zu üben. Bei Thieren, die gleich nach der Geburt stehen und gehen können, sei dieser Centraltheil stärker, bei den übrigen (auch beim Menschen) schwächer entwickelt. *Longet* hielt die Brücke für ein Centrum, gleichsam ein Princip, aller Bewegungen der Locomotion und auch der sensiblen Wahrnehmung.

Dass die sogenannten „hohen Reflexbögen“ auf ein hochgelegenes Centrum hindeuten, ist selbstverständlich.\*) Das Ergebnis elektrischer Reizung der Brücke (*Binswanger* und *Ziehen*)

---

\*) Die tiefen Reflexe aber müssen hinsichtlich der Extremitäten mit Vorsicht aufgenommen werden, da es sich dabei um Contractionen theils der Rumpfmuskeln, theils jener des Schulter- und Beckengürtels, theils — u. zw. bei Kaltblütern — sogar vielleicht um protoplasmatische Zusammenziehung handeln mag.



lässt sich nicht bloss auf die Extremitäten beziehen, obwohl es (allgemeine Krämpfe) für ihre Beeinflussung durch dieselbe spricht. Sehr wertvoll ist jedoch die Angabe Balogh's (12) (Vortrag in der ung. Akademie der Wissenschaften am 8. Mai 1876), dass auf Reizung der oberen Fläche des Hinterlappens des Kleinhirns und auch in der Nähe des Vorderlappens, das Thier sich auf den starr sich ausstreckenden 4 Extremitäten erhob. Die Bedeutung des Kleinhirns für Locomotion und Erhaltung des Gleichgewichtes für die Tastempfindung und den Muskelsinn (nach Luciani (13) für die sthenische, tonische, trophische und statische Function aller Körpertheile, jedoch insbesondere der Extremitäten und von diesen mehr der unteren [hinteren]), wäre durch in der Brücke befindliche Extremitätencentren unserem Verständnis wesentlich näher gerückt. Auch für die vielfältige Verwendbarkeit der Gliedmassen, besonders der oberen des Menschen, wäre im Kleinhirn ein weiteres materielles Substrat gegeben, was um so wichtiger erscheint, als die in der Grosshirnrinde liegenden Centren derselben verhältnismässig klein sind.

Auf die Localisation mindestens eines grossen Theils der Extremitätencentren in der vorderen (beim Menschen oberen) Partie des Cerebrospinalorgans weist auch die Möglichkeit des Zustandekommens vollständiger Lähmung der Extremitäten nach Verletzungen des Halsmarkes hin. So beobachtete Tauszky (Wiener medic. Presse 1878) in einem Falle von Bruch des Halses, wo nach 5 Tagen der Tod erfolgte (nebst Priapismus, Harn- und Stuhverhaltung und Empfindungslosigkeit des Stammes) vollständige Paraplegie der Extremitäten. Die obere Hälfte der Halsschwellung fand sich zu einem blutig gestriemten Brei umgewandelt.

Und solche Fälle kommen ja nicht etwa selten vor. Sie erinnern an die Versuche von Goltz, sowie von Herzen und Schiff, denen zufolge die Reflexerregbarkeit des Rückenmarkes durch Abtrennung der Med. obl. bei Säugethieren gänzlich vernichtet wird. Müsste die Reflexerregbarkeit der Extremitäten nach solchen Verletzungen nicht auch bei diesen Thieren erhalten bleiben, wenn die Extremitätencentren ihren Sitz im Rückenmarke hätten? Laborde hält die Lähmung, welche nach halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarkes an der gleichseitigen Gliedmasse eintritt, obgleich er sie (ebenso wie Vulpian, Brown-Séquard, van Kempen) als nicht ganz vollkommen bezeichnet, für schwer erklärlich. Der bei weitem grösste Theil der Reflexerregbarkeit fällt eben weg, ohne



dass sich ein genügender Grund dafür finden liesse, wenn man nicht einen höheren Sitz der Extremitätencentren annimmt.

In letzterer Hinsicht wird man bei Entzündungsprocessen des Rückenmarkes zu berücksichtigen haben, dass Hyperämie der grauen Substanz sich vor Allem in Erscheinungen am Rumpfe manifestieren und dass meningeale Erkrankungen die Markfasern in verhältnismässig geringem Masse afficieren dürften. Sind die Markfasern ergriffen, so wird sich das, ähnlich wie bei Neuritis, in Herabsetzung ihres Leitungsvermögens äussern; sind sie dagegen noch functionsfähig, so werden die zum Hirnstamme geleiteten abnormen Erregungen einerseits zu höhergradiger Reflexerregbarkeit der dortigen Centralstellen, auch jener der Extremitäten in der Brücke, führen, andererseits aus dem Sehhügel alle Grade der Thätigkeitshemmung (Schwäche, Parese, Paralyse) auslösen können.

In dieser Weise wird es sich erklären lassen, warum sich die Gliedmassen bei Entzündung der Pia m. viel weniger afficiert erweisen, als der Rumpf. Nacken- und Rückenstarre bilden ja die Hauptsymptome dieses Krankheitszustandes, während die Extremitäten (nach Hasse) so frei bleiben können, dass die Kranken sogar umherzugehen vermögen. Und diese Entzündung dringt, wie Erb (14) (nach Schultze) hervorhebt, zweifellos bis in's Innere des Rückenmarkes, selbst bis zum Centralkanal. Wenn die Extremitätencentren sich im Rückenmark befänden, so müssten sie wohl mindestens ebenso stark ergriffen sein, wie die Stammescentren. Dagegen müssten sie bei Myelitis, wie bei den obenwähnten Verletzungen, weniger afficiert erscheinen, als es thatsächlich vorkommt.

Andauernderer Krampfzustand des Rumpfes, namentlich des Lendentheiles, ohne gleichzeitigen Krampf der betreffenden Gliedmassen, kann daher wohl als Beweis für das Nichtvorhandensein von Extremitätencentren im Spinalmarke angesehen werden. Weniger, aber immerhin in gewissem Masse, diesbezüglich verwertbar ist auch das Beschränktbleiben des Decubitus (welcher sich an schwere Läsionen des Rückenmarkes und hochgradiges Allgemeinleiden anschliesst) auf die Beckengegend (Kreuzbein und Trochanteren). Obgleich man berücksichtigen muss, dass hier die Verhältnisse für das Zustandekommen dieser trophischen Gewebs-Störung aus bekannten Gründen günstiger liegen als anderswo, so wird man doch anerkennen, dass zu diesen Verhältnissen die trophische Innervationsstörung jedenfalls hinzukommen muss, und dass sie sich am frühesten und



intensivsten an jenem Körperteil äussern wird, dessen Innervation aus der den cephalen Centren entferntesten Centralstelle hervorgeht; denn für diese wird bei Allgemeinleiden des Organismus die Innervationskraft des Ernährungscentrums am frühesten geschwächt werden, oder auch gänzlich verloren gehen.

Es gibt ferner eine nicht geringe Zahl von Krankheitszuständen, welche direct auf ein Extremitätencentrum im Pons hinweisen. Vielleicht sind schon die an Diphtheritis sich anschliessende Lähmung, die Tetanie und die Thomson'sche Krankheit hier zu zählen, weil das Fortschreiten, beziehungsweise Auftreten, des pathologischen Processes auf das nahe Beieinanderliegen der Centralstellen, welche die Gebilde des Kopfes, und jener, welche die Gliedmassen innervieren, hinweist. Nur das Afficiertsein des motorischen Feldes der Hirnrinde müsste ausgeschlossen werden können. Mit grösserer Sicherheit ist wohl die Basilar-Meningitis hier anzuführen, und zwar in Betreff des mit oder bald nach der Nackenstarre auftretenden Krampfzustandes der Extremitäten, welcher auch hier auf Ergriffensein der grauen Substanz (Tuber. cin., Lamina perf. post., ventrales Brückengrau), und nicht der pedunculären Markfasern, zurückzuführen ist. Ferner kann die bei Thrombose der Art. cerebelli inf. (wahrsch. inf. ant.) eintretende Lähmung der Extremitäten geltend gemacht werden, da sie wohl nur auf Blutarmut des Brückengraues und etwa noch der Kleinhirnrinde bezogen werden kann. Lähmung des Tastsinns der Extremitäten, bei partieller Steifheit und Lähmung derselben, findet sich bei Tumoren der Brücke, bei deren Erkrankungen sonst Muskelspannung, Krampf und Contractur der Extremitäten als die Hauptsymptome gelten. Es braucht kaum daran erinnert zu werden, dass wir hier dieselben Symptome vor uns haben, wie bei der experimentellen Verletzung des Pons.

Trotz all dem bisher Angeführten müsste der Ursprung der Extremitätennerven aus einem Centraltheile, der sich den Innervationsstellen des Kopfes und Halses unmittelbar anschliesst, zum mindesten unerklärlich erscheinen, wenn nicht auch die vergleichende Anatomie und die Evolutionslehre wichtige Belege für die Wahrscheinlichkeit eines solchen Verhaltens darböte.

Wir können und müssen absehen von den niedrigeren Typen des Thierreiches, obgleich in der gleichen Differencierung der Keimzellen (Trennung in das Ecto-, Meso- und Entoderm) von den Coelenteraten bis zu den Wirbelthieren ein und dieselbe Voranlage gegeben ist, wie auch Wundt hervorhebt. Wir sehen also ab von



den unmittelbar um die Mundöffnung placierten Extremitäten der Polypen und den zu Extremitäten ausgebildeten oder aus solchen zustande gekommenen Kauapparate der Arthropoden, bei deren höchst organisierter Abtheilung die Extremitäten gerade am umfangreicheren Hinterkörper fehlen. Denn obwohl das aus einem einzigen Ganglion bestehende Nervensystem der Ascidien (Tunicuten), auf welches man das Nervensystem der Wirbelthiere zurückgeleitet hat (auf Grund der übereinstimmenden Entwicklung aus einer Medullarplatte) dem oberen Schlundganglion der Würmer homolog ist (Gegenbauer 15), und obwohl dieses Ganglion demnach den Ausgangspunkt für das Cerebrospinal- wie auch für das Bauchgangliensystem darstellen dürfte, so kann man doch die beiden letzteren einander nicht leicht vergleichen.

Halten wir uns bloss an den Typus der Wirbelthiere! Die niedrigsten Repräsentanten desselben, die Fische, zeigen bloss Anfänge des, als Schulter- und Beckenring der höher organisierten Wirbelthiere bekannten, Stützapparates der Extremitäten und von diesen letzteren ist bloss der peripherischste Theil entwickelt, nämlich jener, welcher den Fingern der Mittelhand und Handwurzel (resp. Mittelfuss und Fusswurzel) entspricht. Aehnliches kommt unter abnormen Verhältnissen auch beim Menschen vor, wo man zum Beispiel bei Entwicklungsfehlern der oberen Extremität die Hand in mehr weniger unausgebildetem Zustande unmittelbar an der Schulter sitzen findet und die Extremitäten auch ganz fehlen können. Ferner ist bekanntlich auch der Sitz der Extremitäten bei den Fischen ein sehr verschiedener, nicht an bestimmte Segmente gebundener; unterscheidet man doch nach dem Sitze des Beckenringes „Pisces abdominales, thoracici und jugulares“ (bei welch' letzteren der Beckenring an Halse sitzt). Für die paarigen und unpaarigen Extremitäten weiters ist es festgestellt, dass sie aus Faltungen der äusseren Decke entstehen, und dass auch ihre Stützapparate (mit Ausnahme etwa der vorderen Gliedmassen) sich ganz unabhängig von der Wirbelsäule entwickeln. Ja es kommt vor, dass sich die Extremitäten bloss an das Skelet des Kopfes stützen, wo der sammt den übrigen Theilen des Kauapparates aus dem 1. Kiemenbogen hervorgegangene, bei gewissen Schlangen aus zwei beweglich verbundenen Hälften bestehende Unterkiefer ebenfalls gleichsam ein Extremitätenpaar darstellt.

Aus all diesem ergibt sich wohl, dass der peripherischste Theil der Extremitäten, welcher aus der allgemeinen äusseren Decke



hervorgeht und dessen Entwicklung mit der des Tastorganes verbunden ist, auch ihr wesentlichster sei. Und da alle übrigen Sinnesorgane am vorderen Theile des Cerebrospinalorgans entstanden sind, so bildete dieser letztere Theil wohl auch den Ausgangspunkt für die Hauptträger des Tastsinnes, für die Extremitäten, — welche eben durch diese Eigenschaft zu Werkzeugen für die Fortbewegung des Körpers am geeignetsten werden, — während ihr Stützapparat sich erst später und bei höher vorgeschrittener Organisation, im Einklange mit der Vermehrung oder Differencierung der Körpersegmente, entwickelte, also von diesen letzteren, resp. von ihren Innervationscentren, abhängig werden konnte.

Bei der Gesetzmässigkeit aller Vorgänge in der Natur braucht es kaum betont zu werden, dass auch die Anlage und Anordnung der Körpertheile und des Centralnervensystems der Thiere gesetzmässig vor sich gehen muss. Wenn man an die um den Mund herum sitzenden Extremitäten der Polypen denkt und an die vorwaltende Bestimmung derselben, die ergriffene Nahrung dem Munde zuzuführen, so liegt es uns nahe, anzunehmen, dass von den niedrigen Typen der phylogenetischen Reihe her am Mund-Ende des Thier-Körpers eine grössere Neigung zur Entwicklung dieser Körperanhänge bestand und selbst dort diesem Körpertheile und seiner Nachbarschaft gewahrt blieb, wo sie den hinteren Segmenten verloren gieng. Die Entwicklung der Sinnesorgane am Mund-Ende des Körpers konnte diese Neigung nur erhöhen, beziehungsweise mit ihr im Zusammenhang stehen. Es fand also hier gleichsam eine Concentration der Ausbildungsfähigkeit statt. Je mehr die Nerven- und Muskelarbeit des Organismus der Coordination bedurfte, je complicierter sie wurde, je höher die Willkür sich ausbildete, um so mehr mochte sich die Anlage zur Entwicklung von Extremitäten auf die vorderen Segmente concentriren. Auch abgesehen von den Extremitäten am Munde und Thorax, bezw. Cephalothorax, der Arthropoden, kann es uns demnach nicht wundern, dass bei niedrigeren Fischen die Extremitäten gleich hinter dem Kopfe sitzen, und dass wir bei Wirbelthieren, denen der Hals fehlt, die Zahl der Wirbel eine geringe und die Rumpf-, namentlich die Rückenmuskulatur, sowie die Lendenanschwellung auf ein Minimum reducirt ist, sehr stark entwickelte Extremitäten finden können.

Bei Fröschen, für welche das Letzterwähnte gilt, scheint sich das Centrum der Extremitäten nicht bloss auf die Brücke zu beschränken, sondern auch weiter rückwärts zu erstrecken; denn die



Rumpf- und besonders die Rückenmuskulatur ist ja im Verhältnis zu der der mächtigen hinteren Extremitäten von ganz geringer Masse, wird auch nicht bei der Athembewegung verwendet, — da ja diese Thiere die Luft schlucken, — und scheint eigentlich zur Bewegung des, ohne Hals mit dem Rumpfe verbundenen, sehr grossen Kopfes zu dienen. Dem entsprechend enthält auch das Spinalmark nur sehr wenig graue Substanz und besteht zum grössten Theil aus den der Brücke und Med. obl. entstammenden Nervenbündeln. Hier dürfte sich also die Centralstelle des Schulter- und Beckenringes unmittelbar an die übrigen Extremitätencentren anschliessen und die Hauptmasse des Spinalgrauen, sowie des Graues der Med. oblongata darstellen.

Bei den Säugethieren wäre die Hals- und Lenden-Anschwellung des Rückenmarkes durch das Vorhandensein der Centralstelle für die Muskulatur des Schulter- bzw. Becken-Gürtels und für gewisse Eingeweide genügend erklärt. (Nach Bulguk liegt beim Hunde in der Gegend vom 1. bis 4. Halswirbel das Milzcentrum, im Lendenmarke liegen die Centren für den Gebäract [Körner], die Ejaculation und Erection für die Muskulatur der Blase und des Anus [Budge]).

Bei den Vögeln, wo die Muskulatur des Rumpfes fast gänzlich in der des Schulter- und Beckenringes aufgeht, dagegen die des Halses stark entwickelt ist, dürfte sich die Centralstelle des letzteren tief in das Halsmark hinein erstrecken und der weiter rückwärts gelegene Theil des Spinalmarkes hauptsächlich zur Innervation der vom Schulter- und Beckenring zu den oberen Theilen der Extremitäten tretenden Muskeln dienen.

Man könnte gegen die Existenz von Extremitätencentren in der Brücke und von Centren des Vorderstammes in der Med. obl. noch geltend zu machen suchen, dass ja aus dieser letzteren die meisten Hirnnerven hervorgehen, deren Kerne daselbst — besonders im Boden des 4. Ventrikels — von vielen ausgezeichneten Anatomen nachgewiesen worden seien. Diese Resultate anatomischer Forschung werden wohl zum grössten Theil aller Berücksichtigung würdig sein; aber — insoferne sie sich etwa mit dem metameren Baue des Medullar-Rohres nicht vereinen lassen — darf man sich nicht verhehlen, dass die anatomische Forschung mit nicht geringeren Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die experimentelle Physiologie, und dass noch gar manche Abweichungen in den Angaben der einzelnen Anatomen bestehen. Wiedersheim(16) betont, dass bei zahlreichen Wirbelthieren (von Kupfer auch beim Menschen) während



der Embryonalzeit eine theilweise Segmentation der Medullarröhre gefunden worden sei, die sich nach vorne hin auch noch auf das Mittelhirn erstreckt, nie aber auf das primäre und secundäre Vorderhirn. Es weise Alles darauf hin, dass eine allgemeine Metamerie des Neuralrohres bestehe. Diese heutzutage eine Forderung darstellende Metamerie darf also bei den Forschungen, die sich auf den Hirnstamm beziehen, weder von den Anatomen, noch von den Physiologen vernachlässigt werden.

Uebrigens sind auch die zu den sogenannten Kernen der Hirnnerven (von weiter vorne gelegenen Centraltheilen) kommenden, als absteigende Wurzeln bezeichneten Faserzüge mindestens nicht zu verachtende Hinweise darauf, dass im Centraltheile des Nervensystems die Aufeinanderfolge der Innervationsstellen der Aufeinanderfolge der Körpersegmente entspreche, obwohl der Ort und die Art und Weise des Austrittes der aus ihnen stammenden Nervenfasern einer solchen regelmässigen Anordnung zum Theil widerspricht. Solche absteigende Wurzeln laufen (nach Meynert besond. im hinteren Längsbündel) bezüglich des N. facialis, trigeminus, glossopharyngeus, vagus, sowie des Accessorius W. und Hypoglossus. Insoferne aber auch aus dem Rückenmarke Fasern — als sog. aufsteigende Wurzeln — besonders zum N. trigeminus zu gelangen scheinen, hat man wohl nur Verbindungen der Centralstellen des Hirnstammes mit solchen des Spinalmarkes vor sich.

Für die Verschmelzung von Fasern verschiedener Segmente zu gemeinschaftlichen Nervensträngen, wie sie bei den Hirnnerven und auch anderwärts vorkommt, dürfte man eher eine Erklärung zu finden im Stande sein, als für eine solche Unregelmässigkeit in der Anordnung der Centralstellen selbst, wie man sie bisher angenommen hat; eher insbesondere als für jene Anhäufung von Centren der mannigfaltigsten Art und Wirksamkeit, welche in dem verlängerten Marke stattfinden sollte, wobei für nur wenige dieser Centren die Oertlichkeit einigermaßen bestimmt wurde und man die Function der in den Goll'schen und Burdach'schen Strängen, in den Oliven und Neben-Oliven, in der *Formatio reticularis* enthaltenen grauen Substanz noch nicht zu präcisieren vermochte.\*) Wenn die *Med. oblongata* nicht nur die Ursprungskerne so vieler Gehirnnerven enthält, wenn sie nebstbei das Hauptcentrum für die

---

\*) Gad-Heymans betonen, dass Nervenzellen der *Formatio retic.* zum Athmungscentrum der *Med. obl.* gehören, welchem Centrum eine grössere Ausdehnung zukommt, als man nach Florens annahm.



Gefässe und die Reizungs- und Hemmungsmechanismen für die Herz- und Athembewegung, ferner das Centrum für die Schluckbewegung in sich fasst; wenn sie auch ein vom hinteren Ende des Aquaeduct. Sylvii bis zum Calam. script. reichendes Centrum für das reflectorische Augenblinzeln, einige Centralstellen für Zwangstellungen, noch einige für Zwangsbewegungen, ferner solche für verschiedene Absonderungen (insbesondere für die des Speichels, der Thränen, des Harnes und des Zuckers im Harne) und endlich — in Gemeinschaft mit dem Pons V. — noch Krampfcentren für die gesammte Muskulatur des Körpers besässe, — so müsste doch wohl ihre Masse eine viel grössere sein, als sie es wirklich ist. Muss man sich denn nicht fragen, ob die letztere diesen vielen und mannigfaltigen Functionen, nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft und bei der Abhängigkeit aller Krafterrscheinungen von einer entsprechenden Stoffmenge, auch zu genügen vermöge? Für die Erklärung einer solchen Complicirtheit im Baue und in der Function, dürfte die Vergleichung mit niederen Typen der Organismen und die Berücksichtigung entwicklungsgeschichtlicher That-sachen natürlich ebensowenig beizutragen vermögen, wie die bisherigen Errungenschaften der Physiologie und Anatomie des Menschen es vermochten.

Dagegen mag die Placierung der einzelnen Centralstellen für die einzelnen — nach Wiedersheim mindestens 9 — Kopf-segmente (indem diese nicht bloss in der Richtung von vorne nach hinten, sondern auch von innen nach aussen, neben einander liegen), ferner etwa die Lagerung einer grösseren Masse von sensorischer Substanz, besonders am vorderen Theile des Hirnstammes, und endlich die Gestaltung und Verschmelzungsweise der vordersten Körpersegmente selbst (der Schädelwirbel) im Stande sein, die Abweichungen der aus dem Hirnstamme entspringenden Nervenfasern von der als regelmässig zu betrachtenden Verlaufsweise derer des Rückenmarkes verständlich zu machen. Auch Störungen in den peripherischen Theilen konnten vielleicht bewirken, dass einzelne Nervenstränge aus einer Nervenscheide in eine andere gelangten, indem irgend ein Nerv die Function des erkrankten oder verletzten Nachbarn übernahm und diese Abnormität sich vererbte. Uebrigens dürfte wohl selbst bei unerklärbarer Regellosigkeit, des Austretens und Verlaufes einzelner Nerven das Princip, dass aneinander grenzenden Körpersegmenten auch aneinander grenzende Nervencentra entsprechen, nicht aufgegeben werden.



## 6. Graue Rinde des Kleinhirns und der Grosshirn-Hemisphären.

Als Ergänzung zu dem schon früher (S. 9) Gesagten sei hier Nachstehendes bemerkt. Diese Rinde scheint ihrer Function nach eine höhere Entwicklungsstufe der ventral- und caudalwärts von ihr gelegenen Coordinationscentren zu sein. Während für die im Rückenmark und Hirnstamm stattfindende selbständige Coordination die Zellen der Hinterhörner, bezw. des sonstigen sensorischen Graues, in ihrer Wechselwirkung mit jenen der motorischen Columnne, ausreichen, sind in den unzähligen Formelementen der Gross- und Kleinhirn-Rinde die Bedingungen für jene höhere Coordination gegeben, die wir als psychische Function bezeichnen und die entweder aus der complicierteren automatisch-tonischen und automatisch-rhythmischen Reflexbewegung hervorgegangen sein mag, oder selbst zur Entstehung der letzteren führte (wie W u n d t meint). Auch bei der Coordination der Reflexbewegungen wirkt zwar eine Nebenschliessung (Arndt (17) mit, sie ist jedoch im Verhältnis zu der durch die Hemisphären gegebenen sehr kurz, so dass es selbstverständlich nicht zu bedeutenden Umwandlungen der Energie in ihr kommt. Im Rindengrau der Hemisphären dagegen finden solche Umwandlungen in hohem Masse statt; es wird die momentane Empfindung in ihrem Verhältnisse zu vorangegangenen Empfindungen aufgefasst (Wundt), und als Wille geäussert; kurz es kommen die complicierten psychosensorischen und psychomotorischen Leistungen zustande. Da das Rindengrau sensorische und motorische Eigenschaften in sich — vielleicht in jeder Nervenzelle — vereinigt, so mag seine Entstehung auf gleichzeitiger Modification und Verschmelzung der sensorischen und motorischen Substanz des Hirnstammes — der sich in dieser Weise für eine höhere Organisationsstufe differenzierte — beruhen. Auch die Corp. striata dürften zum Rindengrau zu rechnen sein; jedoch bloss gleichsam als Uebergangsstufe zwischen diesem und dem Sehhügel, functionell ferner vielleicht als eine Sammelstation der vom Hirnmantel zum Hirnstamme zu leitenden, bezw. von letzterem zu empfangenden Erregungen.

Den Formelementen der Rinde die hervorragendste Stelle beim Zustandekommen der epileptischen Erscheinungen, besonders aber den grossen Pyramidenzellen das Hervorbringen der Krämpfe zuzuschreiben, wie dies Marinesco und Serieux (18) neuestens thun zu müssen glauben, halte ich schon deshalb für unrichtig, weil auch nach Abtragung der Hemisphären noch



Krampfanfälle stattfinden können, also die Rinde jedenfalls nicht einmal der einzige Ausgangspunkt von Krampfanfällen ist. Dass die Rinde in Folge ihrer Ausbreitung, ihres Blutreichthums, ihrer hohen Bedeutung für den Organismus, sehr geeignet ist, gelegentlich auch zum Entstehen von Krampfanfällen Anlass zu geben, ist fast selbstverständlich und durch pathologische Thatsachen genügend erhärtet. Ihre Rolle hiebei kann jedoch, wie die hier vorliegenden Versuche beweisen, bloss eine auslösende und vom Zustande der Sehhügel abhängige sein.

Die Markfasern, welche zur Verbindung des Grosshirns mit den übrigen Theilen des Centralnervensystems dienen, endigen bekanntlich zum grössten Theil im Sehhügel und im Pons. In das Rückemark gelangen solche Fasern bloss im Wege der Pyramidenstränge. Letztere enthalten nun — wie z. B. Versuch Nr. 40 nachweist — bloss Verbindungen des Grosshirns mit den Centralstellen (oder etwa auch Nerven) des Rumpfes, nicht aber mit jenen der Extremitäten. Auch die Versuche von Vulpian und Philipeaux, sowie Laborde sprechen in diesem Sinne. Sie ergaben, dass Thiere, denen man die Kreuzungsstelle der Pyramiden durchtrennt, noch fähig sind, sich aufrecht zu erhalten und selbst zu gehen. Laborde führt auch pathologisch-klinische Befunde an, welche dies erhärten. Ferner weisen auch die Versuchsergebnisse von Münzer und Wiener (19) auf ein nur geringes Mass unmittelbarer Verbindung der Hemisphären mit dem Rückenmarke hin. Diese Forscher constatirten nämlich, dass nach Exstirpation einer Hemisphäre nicht bloss die Pyramiden-Degeneration viel geringer ist als nach Rückenmarks-Durchschneidung, sondern auch, dass bei der durch diese Exstirpation bedingten hochgradigen Atrophie des Thalam. opt. und Pes pedunculi der gleichen Seite, auf Rückenmarksdurchschneidung ausgedehnte, tief herab reichende Degeneration der Seitenstränge eintrat. (Dieser letztere Umstand könnte vielleicht auch noch auf den Sitz des Extremitätencentrums im Pons bezogen werden.)

Auf Grund pathologischer Befunde bei Tumoren des Grosshirns (Meyer, Dingler), bei Hydrocephalus (Dingler) und bei Hirn-Hypertrophie (A. Pick), wobei Degeneration von Markfasern bis in die spinale Fortsetzung der hinteren Wurzeln zu verfolgen war, dürfte auch an eine Verbindung des Grosshirns mit den Intervertebralganglien zu denken sein. Wenn man mit der Möglichkeit differencirter Intervertebralganglien rechnet,\*) so hätte man in

---

\*) Luciani bezeichnet die Function des Kleinhirns als jener der Intervertebralganglien ähnlich.



obiger Verbindung eine geringere Entwicklungsstufe dessen zu vermuthen, was beim Riech- und Seh-Nerven in hohem Grade besteht.

## IX. Function der Sehhügel.

Ziehen wir nun die als directe Innervation aller Körpertheile, mit Ausnahme des Vorderkopfes, erkannte Wirksamkeit der caudalwärts vom Sehhügel gelegenen Centraltheile von der Gesamtfuction des Centralnervensystems des der Grosshirnhemisphären beraubten Thieres ab, so erhalten wir — in theilweiser Uebereinstimmung mit Budge, Christiani, Bechterow, Eckhardt, Gad-Heymans, Fick, Nothnagel, Schiff, Steiner, Wundt — folgende der grauen Substanz des Zwischenhirns zusammengefasst unter der Bezeichnung „Sehhügel“, zuzuschreibende Einflüsse:

### 1. Unmittelbare anregende Innervation des Vorderkopfes.

Diese tritt als Haut- und Muskelthätigkeit, als Geruchs- und Seh wahrnehmung, vielleicht auch als Geschmacksempfindung, jedenfalls als Function mindestens der vordersten Partie des Nahrungskanals überhaupt, endlich als Einfluss auf die Gefässe (und schon hiedurch auch auf die Ernährung sämmtlicher Gebilde) dieses Körpertheiles zur Erscheinung.

Die Thätigkeitsäusserungen in der Haut und Muskulatur der übrigen Körpersegmente, sowie in den übrigen Theilen des Verdauungstractes und in den Gefässen fast des ganzen Körpers, welche nach Sehhügelverletzungen zur Beobachtung gelangten, lassen sich leicht durch Fortpflanzung der Erregung des Anfangstheiles der Reihe von Innervationscentren für all' diese Gebilde erklären. Die Annahme einer unmittelbaren Innervation auch dieser letzteren aus dem Sehhügel dagegen würde, sowohl im segmentären Baue des Körpers, als auch in der für Innervierung so vieler Gebilde offenbar nicht hinreichenden Grösse und Masse der Sehhügel, wesentliche Hindernisse finden, und das Aufrechtbleiben der meisten Lebensthätigkeiten — auch mehrere Stunden — nach Abtrennung der Sehhügel, nicht zu erklären im Stande sein. (Dass Hunde nach Abtragung der Hirnhemisphären sich nicht mehr aufrecht zu erhalten vermögen, ist wohl genügend erklärt durch den Ausfall einer grösseren Menge von Anregungen, als dies bei niedriger organisierten Säugern der Fall, und durch den grösseren Blutverlust, sowie durch



die bedeutendere Abkühlung des Hirnstammes in Folge einer solchen Operation. Ich glaube demnach, dass Alles, was ich hinsichtlich der Function des Central-Nervensystems vorbringe, auch für die höheren Säugethiere, ja auch — mindestens in überwiegender Masse — für den Menschen, ohne weiters als giltig angenommen werden könne.)

Die Sehhügel enthalten also die Innervationscentren des vorderen Endes des Körpers. Diese Centren vermitteln, nebst den bereits angeführten Sinnesempfindungen, auch noch solche des (im Antlitze so hoch ausgebildeten) Tastsinnes; ferner das auch als physiognomischer Ausdruck zu Tage tretende Spiel der meisten Gesichtsmuskeln, den Lidschluss und vielleicht auch die Zusammenziehung, wahrscheinlicher bloss Erweiterung der Pupille; dann die Function — mindestens eines grossen Theiles — der beim Sprechen mitwirkenden Muskeln (so die der Lippen).

## 2. Einfluss auf die Ernährung.

Durch ihren Einfluss auf die Geruchs- und Geschmacksempfindung, sowie auf den Anfangstheil des Ernährungstractes, den Mund, wirken die Sehhügel auch auf die Ernährung des gesamten Organismus und stellen gleichsam einen Apparat für den Ernährungssinn dar, ein Organ, aus welchem sich durch Accommodation für schwierigere Lebensverhältnisse allmählig ein complicierter, am Streben für die Erhaltung des Körpers mitarbeitender Apparat, das Grosshirn, entwickelte.\*) (Hierauf weist ausser den physiologischen Forschungsergebnissen und pathologischen Beobachtungen auch die Entwicklungsgeschichte und die vergleichende Anatomie hin, insoferne nämlich das Grosshirn aus den Sehhügeln hervowächst, letztere also das ursprünglichste vordere Ende des Hirnstammes darstellen und insoferne erst hinter den Sehhügeln die Segmentierung des Neuralrohres beginnt. Dass sich die sensorische Columnne der Sehhügel in das Corp. striatum und in die Taenia semicircularis fortsetzt (Lenhossék), wobei sich wohl auch ihre Natur einigermaßen ändern musste, spricht ebenfalls in diesem Sinne. Wie sich ferner die Streifenhügel von der Lam. perf. ant. aus nach aufwärts erheben, so mögen auch die übrigen sensorischen Theile der Hemisphären, zunächst natürlich die des Stirnlappens, von dieser ausgehen. Die motorische Substanz der Sehhügel dagegen

---

\*) Nach Ferrier wäre der specielle Hemisphärensitz des Ernährungssinnes im Gyrus hippocampi zu suchen, eine Angabe, welche sich vielleicht auf Geschmacksvorstellungen bezieht.



mag sich mehr nach aussen in das Grau der Sylvischen Grube, der Insel und des Gyrus centralis anterior und post., überhaupt in das sogenannte motorische Rindenfeld — nachdem sie eine entsprechende Modification erlitten — fortsetzen.)

### 3. Coordination.

Zwischen der mit Recht als „psychisch“ bezeichneten, gleichsam eine Verschmelzung von sensorischer und motorischer Fähigkeit (mit Ueberwiegen der einen oder anderen) repräsentierenden, Function der Grosshirnhemisphären und der wohl als „reflectorisch“ zu benennenden all' jener Centralstellen, welche hinter den Sehhügeln liegen, (mit Ausnahme derer des Kleinhirns, welche denen der Grosshirnhemisphären analog wirken dürften), bildet die Function der Sehhügel gleichsam eine Uebergangsform. Sie enthält die Fähigkeit zu vollständiger Coordination der Bewegungen, zur Regulierung aller organischen Thätigkeiten überhaupt, insbesondere auch der Nahrungsaufnahme, und zu einem, der vereinfachten, gleichsam bloss reflectorischen, Sinneswahrnehmung entsprechenden Grad von Bewusstseins- und Willensäusserung. Auf diese Fähigkeit beschränkt sich beim niedrigstorganisierten Wirbelthiere (Amphioxus), welches keine Grosshirnhemisphären besitzt, die gesammte psychische Function (etwa der nach Wundt das Mittelglied zwischen Willkür und Reflex darstellenden! Triebhandlung entsprechend). Nicht viel anders dürfte es kurz vor der Geburt selbst beim Menschen stehen, da ja auch bei ihm die Grosshirnhemisphären recht spät zu erheblichem Einflusse gelangen. Hiemit stimmt auch der Umstand überein, dass die Lobi optici bei gewissen niedrigeren Wirbelthieren eine so starke Entwicklung zeigen, dass sie den grössten Theil des Gehirns ausmachen. (Vielleicht ist auch ein Theil jenes Gebildes, welches man bei den Larven von Petromyzon und den Teleostiern als Corp. striat. bezeichnet, noch zum Sehhügel zu rechnen.)

Die Centralstelle für Empfindung des Nahrungsbedürfnisses und die aus derselben entstandenen einfachsten Innervationsapparate für das Wahrnehmen und Erfassen der Nahrung bilden denn auch wohl die Hauptmasse der Sehhügel, selbst bei den höchstorganisierten Wirbelthieren.



Die Wahrnehmung des Nahrungsbedürfnisses erstreckt sich auch auf die aus den Gedärmen, den Blutgefässen und aus der äusseren Luft (durch Kiemen oder Lungen) aufzunehmenden Stoffe. In dieser Weise ist es erklärlich, dass die Blutgefässe, insbesondere das Herz, ferner der Verdauungskanal und der Athmungsmuskelapparat\*) vom Sehhügel wesentlich beeinflusst werden; dass ferner jede Erregung der Sehhügel sich rasch auf alle übrigen Centralstellen fortsetzt — und alle Erregungen der letzteren wieder auf den ersteren rückwirken; sowie dass mit Abtrennung der Sehhügel, den weiter hinten gelegenen Centraltheilen nicht bloss eine sehr bedeutende Menge von Thätigkeitsanregungen (auch abgesehen von den dem Grosshirn entstammenden), und der grösste Theil der Fähigkeit zur Einigung und Dirigierung aller Functionen auf einen zum Wohle der Gesamtheit zu erreichenden Zweck, sondern auch ein in Wahrheit „erhaltender“ Einfluss verloren geht.

#### 4. Hemmung.

Wenn wir vorläufig von jener räthselhaften Hemmung absehen, welcher man bisher auch die Gefäss- und Pupillen-Erweiterung zuschrieb, so üben die Sehhügel auch eine hemmende, das heisst deprimierende Wirkung, und zwar auf alle Functionen des Organismus, aus.\*\*)

---

\*) Im Handbuche der Physiologie von Gad und Heymans wird eine die Inspirationsbewegung beeinflussende Stelle am Boden des 3. Ventrikels ebenfalls erwähnt; ausserdem aber soll es noch eine auf die Expiration wirkende in der Umgebung des vorderen Theiles des Aquaed. Sylvii, endlich noch eine für die Einathmung dienende zwischen den Vierhügeln geben. Die Verfasser bemerken übrigens hiezu, dass die Bedeutung dieser Stellen als Athmungscentren zweifelhaft sei. Longet sah nach isolierter Durchtrennung der intermediären (subolivären) Bündel, d. i. der an der Kreuzung nicht theilnehmenden Fasern der Vorder-Seitenstränge in der Med. obl. die Athmung sofort aufhören, und auch Bell schrieb diesem Bündel eine specielle Rolle in Betreff der Respiration zu. Diese Angaben sprechen zwar ebenfalls für eine zweite mehr cephal befindliche, die Athmung beeinflussende Centralstelle; jedoch hebt Laborde hervor, dass die experimentelle Bestätigung schwierig, daher unsicher sei.

\*\*) Auch Setschenow hat beim Frosche im Thalam. opt., aber auch im oberen Theile des verlängerten Markes Hemmungsmechanismen gefunden; Cyon sah bei Reizung der Sehhügel durch Kochsalz Verlangsamung der Reflexe eintreten, führte dieselbe aber auf Vermehrung des Leitungswiderstandes zurück.



Fähigkeit zur Regulierung dieser Functionen, zu deren gegenseitiger Bei- und Unterordnung für das gemeinsame Ziel der Erhaltung des Organismus. Neben der auch den übrigen Centralstellen zukommenden anregenden Kraft besitzen die Sehhügel also auch eine solche, wodurch sie im Stande sind, jenen gegenüber eine antagonistische Stellung einzunehmen und diesen Antagonismus in so hohem Grade zu bethätigen, dass die auch bei dem übrigen Hirnstamme und dem Spinalmarke constatierte Hemmung — eine Eigenschaft, welche augenscheinlich jede einzelne Centralstelle, zum Behufe gleichsam einer Isolierung von den übrigen, in gewissem Masse besitzt — dagegen verschwindend gering erscheint. Je nach der Ausbreitung auf diese oder jene, auf grössere oder kleinere Partien des Körpers und je nach dem Intensitätsgrade, den der hemmende Einfluss der Sehhügel auf die entsprechenden Centralstellen gegenüber dem Erregungszustande der letzteren erreicht, muss da oder dort, in grösserer oder geringerer Ausbreitung, ein höherer oder geringerer Grad von Thätigkeit zur Aeusserung gelangen. Die Reflexe können ganz ungehindert mit der grössten Raschheit und Intensität ablaufen, oder bis zum völligen Aufhören verlangsamt, bis zum Verschwinden verringert werden, wodurch das Zustandekommen aller Extensitäts- und Intensitätsgrade der Bewegung und Empfindung, sowie aller Arten von normaler und abnormer Coordination, ermöglicht ist.

Entsprechend der Function des vom Sehhügel vorwiegend beeinflussten Organes und Körpertheiles, ihrer Art und ihrem Grade nach und entsprechend der Ausbreitung, in welcher sich dieser Einfluss geltend macht, haben die Erscheinungen vorwiegender Hemmung verschiedene Benennungen erhalten: Verlangsamung, Erschlaffung, Ermüdung, Depression, Stumpfheit, Betäubung, Schwindel, Schlaf, Sopor, Coma, Ohnmacht, Bewusstlosigkeit, vorübergehende partielle Lähmung und vorübergehende allgemeine Lähmung (Scheintod). Ihre Dauer hängt von der des Reizes ab, welcher den die Hemmung bewirkenden Theil des Sehhügels trifft. (Die dauernde sog. centrale, mit noch durch längere Zeit sich erhaltender elektr. Erregbarkeit der gelähmten Theile verbundene Lähmung zeigt ein Aufgehobensein des Einflusses der höchsten Coordinationscentren (Hemisphären) auf die Reflexcentren an.) Ist diese Function der Sehhügel über die normalen Grenzen hinaus verringert, oder die erregende der Reflexcentren eben so sehr erhöht (z. B. ersteres durch Läsionen der Sehhügel oder der von und zu ihnen leitenden Bahnen, letzteres durch directe Reizung der Reflexcentren), so treten



Erscheinungen der Hyperaesthesia, Hyperkinesie, Hypersecretion etc. ein. Die verschiedenen Grade der normalen Thätigkeiten unseres Organismus stellen die Uebergangsformen zwischen diesen Extremen dar, und zerfallen in jene zwei Hauptabtheilungen, welche als Schlafzustand und als Zustand des Wachens bekannt sind. Insoferne nun das Sehhügelpaar dem bisher Gesagten zufolge auch diese Zustände in höherem Masse beeinflussen muss, als es die übrigen Reflexcentren vermögen, hat es auch im Vorstellungsleben, im Associieren, Percipieren, Denken und Wollen, im Regulieren der Bewusstseinsbreite (als ein bei der Blutvertheilung in den Grosshirnhemisphären wesentlich mitwirkender Factor), eine wichtige Aufgabe zu erfüllen. (Nach Wundt(37) findet bei jeder Art intellectuellen Leistung eine hemmende Thätigkeit des Apperceptionscentrums gegenüber den Sinnescentren statt, als negative Seite der Apperception, worauf die Concentration der Aufmerksamkeit beruht. In der Ausbildung von Hemmungseinrichtungen, die einige Zeit constant bleiben, im Apperceptionscentrum, hat man wohl die physische Grundlage zur Entwicklung der für die intellectuellen Functionen charakteristischen Gesamtvorstellungen, in der einheitlichen Form jenes Centrums aber die Grundlage der Einheit des Denkens überhaupt und der damit zusammenhängenden Eigenschaften der Gedankenprocesse vor sich.)

Der hemmende Einfluss und die Bewegungsinervation für die Muskulatur des Vorderkopfes (mit Einschluss der Lidspalte und Pupille) und für die Vasoconstrictoren sind gemeinschaftlich an jenen Theil der Sehhügelsubstanz gebunden, welcher beim Kaninchen etwa das untere Drittel einnimmt und an der Hirnbasis als Tuber cinereum zu Tage tritt.\*)

Ferner muss auch hervorgehoben werden, dass gerade von diesem Theile des Sehhügels auch der auf die Athmungs- und Herzbewegung bezügliche Hemmungseinfluss ausgeht, und zwar für die Athmung vielleicht mehr aus der vorderen, für den Herzschlag dagegen mehr aus der hinteren Hälfte des Tub. cin., jedenfalls aber aus einer tieferen Schichte desselben. Die Mitte des Tub. cin. wirkt auf beide Functionen gleichmässig. Auch die Leitungsbahnen, welche von der eben

\*) Es ist diesbezüglich bemerkenswert, dass Meynert bei seinen anatomischen Forschungen in anderen Partien des Hirnstammes, in der motorischen Columne Zellennester gefunden hat, welche er für vasomotorische Centren hält.



bezeichneten, die Herzbewegung beeinflussenden; Centralstelle durch den N. vagus zum Herzen gelangen, verlaufen (bei Kaninchen) im unteren Drittel der Sehhügelmasse. Die zur Function der übrigen Eingeweide in Beziehung stehenden Partien der Sehhügelmasse dürften sich unmittelbar (u. zw. vorne, hinten und oben) an den eben erwähnten Theil anschliessen und in der Wandung des 3. Ventrikels eine stärkere Entwicklung erreichen.

Die der Sehhügelmasse zukommenden Empfindungsqualitäten haben ihren Sitz in der als Lam. perf. anterior bekannten vordersten, den Uebergang des spinalen Höhlengraues in das Rindengrau bewirkenden Partie und in der oberen Hälfte, resp. in der ganzen sensorischen Schichte, welche die motorische bedeckt und welche — besonders in ihren tieferen Lagen — auch die nach rückwärts laufenden Verbindungsbahnen enthält. Einige speciellere Angaben diesbezüglich finden sich auf S. 93. Hier sei nur noch hervorgehoben, dass die motorische untere Schichte jedes Sehhügels vorwiegend auf die ihm gleichnamige Seitenhälfte der rückwärts gelegenen Centraltheile einwirkt, während für die Gross- und Kleinhirnhemisphären und die sensorischen oberen (dorsalen) Theile der Sehhügel (wie auch wohl für die Hinterhörner des Rückenmarks) und die diesen entsprechenden Theile der Med. obl. das Entgegengesetzte zu gelten scheint. Gegenüber den vielen wichtigen Erscheinungen, welche den ungekreuzten Einfluss erhärten, zeigte bloss der Umstand auf einen gekreuzten Einfluss auch der motorischen unteren Schichte hin, dass nach Durchtrennung einer Seitenhälfte des Sehhügels oder des Hirnschenkelantheiles der Brückensubstanz — in der Weise, dass die untere motorische Schichte der letzteren nicht verletzt wurde — die Extremitäten der entgegengesetzten Seite eine gestrecktere Haltung annahmen. Da man nun diese Erscheinung, nach den an Tetanischen (auch nach Strychninvergiftung) gemachten Erfahrungen, als Steigerung der Gesammtfunction der betreffenden Extremitätencentren betrachten kann, so müsste man ihr Zustandekommen einer durch Ausfall von Hemmungs-Auslösungen bedingten Abnahme des hemmenden Sehhügel-Einflusses zuschreiben, welche nicht auf der Seite der Verletzung, sondern auf der entgegengesetzten zum Ausdruck gelangt.

Aber abgesehen davon, dass die so naturgemässe Selbstständigkeit der beiden Hälften des Centralnervensystems unter allen



hier angeführten Beobachtungen bloss auf diesen einzigen Widerspruch stossen dürfte, während alle übrigen in dieser Arbeit mitgetheilten Versuchsergebnisse sie bestätigen, könnte wohl der Mechanismus beim Zustandekommen der obigen Erscheinung auch darin bestehen, dass der Sehhügel der verletzten Seite durch den Reiz der Läsion gerade zu einiger Steigerung seiner Hemmungsfuction veranlasst wird, während jenem der anderen Seite — welcher auf dem Wege seiner Verbindungen mit dem vorigen und mit dem hinteren Hirnstamme mitafficiert wird — gleichsam die Aufgabe zufällt, den Zustand der im ganzen geschwächten Hemmungsfuction beider Sehhügel zu äussern. Ausserdem ist auch zu berücksichtigen, dass die gestörte Wechselwirkung zwischen den Reflexcentren und der Hemisphäre der verletzten Hälfte zu vicariirender Verstärkung der correspondierenden Willensäusserungen der anderen Seite führen dürfte; und in der That war jene Erscheinung bloss eine verstärkte Willensaction und hatte nichts Krampfhaftes an sich.

Es wäre ferner hinsichtlich aller Erscheinungen, welche nach Verletzung oder Erkrankung der Centralgebilde einer Körperhälfte an der anderen Körperhälfte auftreten, auch Folgendes zu berücksichtigen: Reizung von Empfindungsnerven hat bekanntlich Verengung der Arterien des Centralnervensystems zur unmittelbaren Folge; die Empfindungsnerven erregen also auch die vasomot. Centren.\*) Nimmt man nun an, dass die hiedurch bedingte Gefäss-Verengung auf der gereizten Seite im allgemeinen die Erregung der Muskel-Centren dieser Seite überwiegt, während auf der anderen Körperhälfte das Entgegengesetzte der Fall ist, so hat man eine Erklärung dafür, dass die Fluchtbewegung reflectorisch stets nach der vom Reize abgewendeten Seite hin erfolgt. Nebst der theils unmittelbaren, associatorischen (wie z. B. beim N. opt.), theils durch die coordinierende graue Substanz vermittelten theilweisen Kreuzung der Empfindungs- und Bewegungsbahnen ist hier auch Abnahme der Functionen mit Abnahme der Blutzufuhr vorausgesetzt. Eine so hochgradige Kreuzung der Nervenbahnen, wie man sie zur Erklärung der Symptome von Hirnläsionen bisher annahm, müsste sich in der anatomischen Beschaffenheit der Centralorgane auffallender äussern, als es thatsächlich der Fall ist.

---

\*) Nach Wundt können die Reflexe, die von einem sensiblen Nerven ausgelöst werden, durch Reizung eines anderen empfindenden Theils des Nervensystems gehemmt werden. Die Hemmung tritt insbesondere dann ein, wenn die Reize in einem sensorischen Gebiet zusammentreffen.



Bekanntlich tritt in dieser Hinsicht bloss die Pyramidenkreuzung in bedeutenderem Masse hervor und auch diese kann mitunter fehlen (Flechsig), ein Umstand, der jedenfalls nicht für eine sehr hohe Wichtigkeit derselben spricht, sondern daran erinnert, dass bei den niederen Wirbelthieren, wie auch Wundt hervorhebt, „jede Seite ihre Hauptverbindung im Centralorgan auf der nämlichen Seite findet.“ Vielleicht sind bei den höheren Wirbelthieren die sich kreuzenden Fasern bloss Associationsbahnen, analog den Commissuren, nur dass sie nicht Centraltheile, welche im selben, sondern solche, die in verschiedenem Niveau der beiden symmetrischen Hälften liegen, mit einander verbinden. Die bekannt gewordenen Fälle von ungekreuzter Lähmung bei Hirnläsionen haben nun schon eine ansehnliche Zahl erreicht. Schon Valsalva, Morgagni, Burdach, Andral, Leube haben auf solche Fälle aufmerksam gemacht, Nasse hat 26 Fälle zusammengestellt, Brown-Sécard u. A. das Vorkommen solcher Fälle bestätigt. Solchen Thatsachen wurde jedoch bisher nicht genügend Rechnung getragen. Die Entscheidung muss jedenfalls genaueren Forschungen überlassen werden. Vielleicht vermag aber auch die nachstehende, zum Verständnis der Sehhügelfunctionen wohl unumgänglich nothwendige Betrachtung über das Wesen der Hemmungswirkung Einiges hiezu beizutragen.

## X. Wesen des vom Sehhügel ausgehenden Hemmungseinflusses.

Wenn wir die Masse des Tuber cinereum mit der Gesamtmasse aller Reflexcentren vergleichen, so fällt es uns sofort auf, dass erstere im Verhältniss zu der von ihr über den ganzen Körper ausgeübten Herrschaft, vermöge deren sie die Erregungsausserungen der Reflexcentren mehr oder weniger und selbst vollständig zu unterdrücken vermag, ungemein gering ist. Der Umstand aber, dass diese Centralstelle auf mechanischen Reiz reagierte, stellt sie bezüglich der Qualität den Reflexcentren gleich, was uns an dieselbe Uebereinstimmung zwischen den erregenden und den bisher bekannt gewordenen Hemmungsnerven erinnert.

Bei einer solchen Uebereinstimmung bezüglich der Reaction auf Reiz würde es den physikalischen Gesetzen widersprechen, anzunehmen, dass auch nur alle erregenden Centralstellen (geschweige denn die von letzteren innervierten peripherischen



Gebilde) aus einem so kleinen Centraltheile mit hemmenden Nervenbahnen versorgt würden. Es werden also wohl auch weiter hinten — wahrscheinlich dem metameren Baue des Körpers entsprechend vertheilte — derartige Hemmungscentren sich befinden, welche die einzelnen Körpersegmente sammt allen ihren Nebentheilen zu versehen haben und auf welche sich der Erregungszustand des auch als Hemmungscentrum möglicherweise, ja wahrscheinlich, bloss für die Gebilde des Vorderkopfes bestimmten, jedoch gleichzeitig auch coordinierend wirkenden Tub. cin. direct fortpflanzt. Für die Annahme solcher segmentär angeordneter Hemmungscentren, im bisherigen Sinne der Hemmung, finden wir allerdings weder in unseren Versuchsergebnissen, noch in den bisherigen Resultaten der physiologischen Forschung überhaupt, genügende Anhaltspunkte. Nach Verletzungen des hinteren Hirnstammes und Spinalmarkes kamen ja (ausgenommen die nach gänzlichen Durchtrennungen manchmal auftretende sekundenlange Depression der Reflexe) niemals Hemmungserscheinungen zur Beobachtung, wohl aber ihr Gegenteil: Krampfzustände und überhaupt scheinbar oder wirklich erhöhte Function.\*) Es könnten demnach hier — abgesehen vorläufig von den sog. N. erigentes — höchstens sehr kleine und dünn gesäete, schwache Hemmungscentren enthalten sein — deren Reizung um so weniger ein auffallendes Resultat haben kann, als sie sich eben nur auf das gereizte Segment erstrecken wird. Auch im Gebiete des sympathischen Nervensystems hat man weder hemmende Centren noch auch hemmende Nerven\*\*) mit genügender Sicherheit nachzuweisen vermocht, obwohl sein Zusammenhang mit

---

\*) Dass Goltz nach Zerstörung des Rückenmarkes lebhafte Peristaltik am ganzen Verdauungskanal und Leyden bei Rückenmarksstörungen profuse Diarrhöen eintreten sah, dürfte auch ohne die Annahme solcher Hemmungseinflüsse, wie sie bisher angenommen wurden, zu erklären sein, wie weiter unten gezeigt werden soll. Hier sei noch darauf hingewiesen, dass sich auch die nach Durchschneidung einer Rückenmarkshälfte eintretende gekreuzte Anästhesie, bezw. Hyperästhesie der verletzten Seite, sowie das Zustandekommen des Decubitus auf der Seite der Empfindungslähmung durch Aenderungen der vasomotorischen Function erklären lassen dürfte.

\*\*) In Betreff der Gefässinnervation hat Stricker die Ansicht ausgesprochen, dass die active Arbeit der Erweiterung bei den Arterien durch die anschwellende Intima geleistet werde, und dass bei den Capillaren die Contraction in Folge der damit einhergehenden Verdünnung der Wand mit Erweiterung zusammenfalle. Gefässerweiternde, insbesondere die Intima versehende Nerven hat auch dieser Forscher nicht gefunden.



dem Sehhügel, nach unseren Versuchs-Ergebnissen, ein unzweifelhafter ist und obwohl Hemmungswirkungen in demselben vorkommen, z. B. der Stillstand des Herzens beim Goltz'schen Klopffversuch (20), bzw. durch Reizung des Splenicus-Gebietes. Der hemmende Einfluss des Tub. cin. kann also wohl nicht ein solcher sein, welcher die Reflexcentren, oder gar die von ihnen innervierten peripherischen Gebilde, direct afficiert. Er muss vielmehr durch einen die Ernährungsverhältnisse jedes einzelnen Körpertheiles beherrschenden Endapparat vermittelt werden, der es ermöglicht, dass die stets anregende Function der Nerven Elemente auch hemmend wirken kann.

In welchem Gebilde des Körpers haben wir nun diesen Endapparat zu suchen? Vielleicht ist uns hiefür der Umstand ein Fingerzeig, dass in Folge von mechanischer Reizung des Tub. cin., mit den Hemmungserscheinungen zugleich, stets auch vasomotorische auftraten und dass aus diesem Hirntheile Nervenfasern zum Herzen laufen, also zu jenem Centralmotor der Blutflüssigkeit, wo die Muskulatur des Gefässsystems zur höchsten Ausbildung gediehen ist. Man könnte annehmen, dass Erregungen dieses vordersten (cephalsten) Gefässcentrums sich auf die caudalwärts gelegenen Gefässcentren in derselben Weise fortpflanzen, wie dies hinsichtlich der übrigen Erregungen durch die mitgetheilten Versuche nachgewiesen wurde. Ein caudalwärts fortschreitender normaler Tonus dieser Centren würde eine Art Peristaltik der Gefässe sichern.

Das Vorhandensein von Gefässcentren nicht bloss im verlängerten, sondern auch im Spinalmark kann nach den Versuchen von Goltz, Heubel, Schlesinger, Vulpian u. A. wohl gegenwärtig als ziemlich allgemein anerkannt gelten; jedoch wird noch vielseitig die Med. obl. als der Hauptsitz solcher Centren betrachtet. Nur einzelne Autoren sehen (wie Laborde betont) die Med. obl. als das einzige und gemeinsame Centrum aller vasomotorischen Nerven an, so Bezold und besonders Owsjannikow. Schiff weicht von diesen nur darin ab, dass er die Gefässnerven der Eingeweide aus den Hirnstielen entspringen lässt, wo — nebst dem Corp. quadrigeminum — Liégeois das Gesamt-Gefässcentrum annimmt. Dagegen hat Vulpian mittels Thermomultiplifiers nachgewiesen, dass sich vasomotorische Centren im ganzen Spinalmark vertheilt befinden und Laborde spricht sich dahin aus, sie seien auf alle Körpersegmente vertheilt, ebenso wie die muskulomotorischen; sie stellen ihm zufolge Reflexcentren dar, deren jedes für sich auf vasomotorische Fasern wirken kann. Er hebt diesbezüglich die Untersuchungen von Dastre und Morat hervor. Auch Brown-Séquard fand die Gefässnervencentren nicht bloss in der Med. obl., sondern auch im Pons Varoli, ja auch im Kleinhirn und in „anderen Theilen“ des Gehirns und nach Landois und Eulenburg wird nebst der Temperatur auch die Gefässweite der Extremitäten von



enem Rindenfelde beeinflusst, welches auf die Flexoren und Rotatoren der vorderen und auf sämtliche Muskeln der hinteren Extremitäten, aber auch auf die Function des Herzens, des Magens, der Gedärme und der Pupille wirken.

Die vom Kleinhirn und von den Grosshirnhemisphären bewirkten, bezw. an ihnen selbst vorkommenden vasomotorischen Erscheinungen können wir wohl mit Recht als durch Centren des Hirnstammes vermittelt auffassen. Bei Reizung des centralen Stumpfes des durchschnittenen (Hals-)Sympathicus sah Nothnagel(21) Verengung der Hirngefässe in „nur wenigen“, Van der Beke Callenfels in 2 unter 11 Fällen eintreten; deutlicher schien letzterem eine Erweiterung nach Aufhören des Reizes. Schultze leugnet den Verlauf vasomotor. Nerven des Gehirns ausserhalb der Schädelhöhle und Schiff sah bei Thieren, die er nach Exstirpation des Gangl. supremum sympath. über 1 Jahr am Leben erhielt, keine Spur der Erscheinungen, welche Brachet als Folgen dieser Operation beschrieben hatte (Gefässerweiterung, Oedem, Betäubung); dagegen werden die aus dem Halstheil des Sympathicus und besonders aus dem Ganglion stellatum hervorgehenden, auf die Herzbewegung beschleunigend wirkenden Nerven, welche in von unten nach oben zunehmender Zahl durch die Rami communicantes zutreten, als vasomotorische anzusehen sein.

Es dürfte sich in der That kein Gebilde des Säugethierorganismus besser zu einem solchen Endapparate eignen, als die Gefässe mit ihrer contractilen Wandung und ihrem durch Diffusion und Circulation sich stets erneuernden, allen Geweben als Nährflüssigkeit dienenden Inhalt. Denn je mehr Nahrungsmaterial ein functionsfähiges Organ, während der Arbeit, zu der es adäquat angeregt wurde, erhält und in normaler Weise verbraucht, um so grösser muss ja bekanntlich dem Gesetze der Erhaltung der Kraft gemäss seine Leistung ausfallen; je geringer dagegen die Zufuhr und der Verbrauch, um so kleiner die Leistung. (Auch Wundt hat es ausgesprochen, dass „sämmliche Erregungen und Erregungs-Veränderungen des Nervensystems auf das Verhalten der Blutcirculation zurückzuführen seien. Ferner hat Basch Gefässcontraction als Ursache der Hemmung der Darmperistaltik constatiert).

Dass die Function der Gefässmuskulatur auf die Stromgeschwindigkeit und Vertheilung des Blutes und hiedurch auf den Stoffwechsel der einzelnen Organe und Körpertheile, sowie des ganzen Körpers, wesentlichen Einfluss übt, ist bekannt. Besonders hat Heidenhain(22) experimentell nachgewiesen, dass auch bei geringeren Graden der activen Gefässcontractionen ein Sinken der Temperatur, in Folge von Zunahme der Stromgeschwindigkeit des



Blutes, eintritt, während Erweiterung der Gefässe Erhöhung der Wärmeentwicklung, durch Verlangsamung des Blutstroms, nach sich zieht. Diese Erhöhung der Temperatur ist theils der relativ verminderten Wärmeabgabe und der Anhäufung des Blutes selbst zuzuschreiben, theils aber auch den dadurch hervorgerufenen — bis zu einer gewissen Dauer und einem gewissen Grade gehenden — Steigerung des Stoffwechsels. (Neuestens hat Tangl(23) festgestellt, dass bei Reizung der Vasomotoren sowohl die Abgabe, als auch die Erzeugung der Wärme sinkt.) Den Einfluss des Gefässlumens auf den Stoffwechsel selbst beweisen ferner die Versuche von Donders, Snellen und O. Weber(24).

Es zeigte sich nämlich, dass an Stellen, wo in Folge von Sympathicus - Durchschneidung Gefässdilatation eingetreten war, Wunden rascher heilten. Auch das stärkere Wachsthum der Haare und Nägel und die Hypertrophie der Nerven in der Umgebung langsam wachsender Geschwülste, in der Nähe chronischer Geschwüre etc., dürfte wohl, mindestens zum Theil, auf Erweiterung der Gefässe beruhen, die unter solchen Verhältnissen ebenfalls der Hypertrophie verfallen. Verengung der Gefässe dagegen muss schon in Folge des kleineren Blutgehaltes, den sie in den betreffenden Körpertheilen bedingt, dem Gesetze der Erhaltung der Kraft gemäss, Verminderung des Stoffwechsels nach sich ziehen. Die tägliche Erfahrung bestätigt dies im vollsten Masse. Kälte und Blutarmut bedingen sich in unserem Körper wechselseitig, wie von Lewaschew experimentell nachgewiesen worden ist und wie wir zum B. an den Extremitäten, oft auch im täglichen Leben zu beobachten Gelegenheit haben. Dabei nimmt die Empfindungs- und Bewegungsfähigkeit ab und wenn durch diesen Zustand unangenehme Empfindungen und hiedurch auch entsprechende Reactionerscheinungen, Schutzactionen, ausgelöst werden, so dürfte diese Auslösung durch die Nervenbahnen jener Theile bewirkt werden, welche — an die unempfindlich gewordenen grenzend — noch blutreich genug sind, um diese Function besorgen zu können. Erb(25) erwähnt Ischaemie als eine der hauptsächlichsten Ursachen der Lähmung und hebt diesbezüglich den Stenson'schen Versuch hervor, der — wie Schiffer dargethan habe — auf Ischaemie des Lendenmarkes beruhende Lähmung der unteren Extremitäten bedinge. Er führt des weiteren Hemiplegie durch Trombose und Embolie an, sowie Lähmung in Folge von Unterbindung grösserer Arterien überhaupt, eine Lähmung, die unvollkommen ist, wenn die Blut-



zufuhr nicht gänzlich abgeschnitten wird. Drozda führte die Narkose auf Anämie der Nervencentren zurück (die auch durch neuere Untersuchungen vielfach bestätigt worden ist, aber partielle — auch ziemlich ausgebreitete, zumal anfängliche Hyperämie der Rinde als Resultat der Narkose wohl nicht ausschliesst); es rechtfertigt dies der Verlauf der Narkose bei Individuen von verschiedenem Alter und verschiedener Constitution, ferner der Sectionsbefund.

Allgemeine Blutarmut des Organismus ist bekanntlich stets mit allgemeiner Schwäche verbunden; bezüglich der auf Ueberfunction hindeutenden Erscheinungen aber, welche dabei vorkommen, bietet der Umstand eine dem Gesetze der Erhaltung der Kraft entsprechende Erklärung, dass in der Schädelhöhle kein leerer Raum entstehen kann und das Nervensystem (vielleicht wenigstens zum Theil aus diesem Grunde) die Fähigkeit besitzt, auf Kosten der übrigen Körpertheile zu leben. Seine Masse erleidet ja auch dann noch keine wesentliche, wahrnehmbare, Aenderung, wenn der ganze übrige Körper bereits in hohem Grade geschwunden ist.

Bemerkenswert ist auch noch der Einfluss der Gefässe auf die Qualität des Blutes, der sich zum Theil aus der Diffusion durch ihre Wandungen, theils aus der Bedeutung der letzteren für das Flüssigbleiben des Blutes (theils wohl auch aus dem durch verminderte Sauerstoffzufuhr bedingten Zerfall der Blutkörperchen und des Organ-Eiweisses (Drozda) ergibt. Vielleicht sind auch die Alterationen in verschiedenen Eingeweiden, welche nebst mehr weniger vollkommenem Flüssigbleiben des Blutes nach Verletzungen der Sehhügel eintraten, auf die vasomotorische Innervation und die Rolle der Gefässwandung bezüglich der Qualität des Blutes zurückzuführen. Die durch Basch bekannt gewordene Arteriorigosis dürfte, ebenso wie Arteriosklerose, in dieser Hinsicht von grosser Bedeutung sein.

Aehnliche Alterationen wie die eben erwähnten hat auch Brown-Séguard nach Verletzungen des Hirnstammes wahrgenommen und hieher dürften auch die von Krueg beobachteten Magenblutungen paralytisch Irrsinniger zu zählen sein. Auch die bei den verschiedenen, direct als vasomotorischen bezeichneten, Neurosen, sowie die bei der Chlorose zu beobachtende eigenthümliche Blutbeschaffenheit, könnte, wenigstens zum Theil, durch die abnorme Innervation und Function der Gefässe bedingt werden.



(Die Chlorose würde — von diesem Standpunkte aus mit Recht — nach dem Vorgange einiger Autoren (Brown-Sécard, Sandras, Dalpiaz, Becquerel) zum Theile ebenfalls zu den Neurosen gezählt werden können.)

Während schwächere Thätigkeit der Constrictoren der Gefässe eines sonst functionsfähigen Körpertheiles mit Vermehrung des Blutgehaltes und Steigerung der Function desselben einhergeht, bewirkt das Aufhören jedes Nerveneinflusses bekanntlich Verminderung der Blutmenge und Abnahme der Temperatur, wie man es z. B. an gelähmten Extremitäten sieht. Diese letztere Erscheinung beweist einerseits den trophischen Einfluss der Reflexcentren, andererseits aber mag sie auch mit dem Aufhören der von Bezold und Gscheidlen(27) als wahrhaft peristaltische bezeichneten Contractionen der Blutgefässe und mit der Aenderung des eben hervorgehobenen Einflusses auf die Qualität des Blutes zusammenhängen. Das Leben dauert in einem solchen Theile wahrscheinlich in solchem Masse fort, wie es der selbständigen Zellenthätigkeit der Gewebe und den von innervierten Nachbartheilen und von aussen zugeführten Anregungen entspricht. Denn mit dem Nerveneinfluss gieng ja bloss der grösste Theil, nicht aber die Gesamtheit aller inneren Anregungen verloren. (Jeder Körpertheil erhält ja in der directen Innervation wohl nur jene Anregungen, welche den Einfluss des Gesamtorganismus auf seine Function repräsentieren. Aendert sich sein Verhältnis zum Gesamtorganismus, so accommodiert er sich den neuen Lebensumständen. Die Wechselwirkung zwischen der vasomotorischen und der sonstigen Reflexinnervation, zusammengenommen mit der relativen Selbständigkeit aller Gewebselemente, dürfte demnach auch die Annahme trophischer Nerven zur Erklärung der verschiedenen Lebenserscheinungen in den Körpertheilen unnöthig machen. In unseren Versuchsergebnissen fand sich nichts, was auf die Nothwendigkeit der Annahme trophischer Centren hindeutet, und viele hochangesehene Forscher haben sich entschieden gegen dieselbe erklärt [Donders, Snellen, Bernard, Weber und Tobias, neuestens Roux etc.]

Endlich wäre noch der wechselseitige Einfluss benachbarter Gefässbezirke hervorzuheben. In Folge der Communication der Gefässe wird nämlich bei Contraction eines stärker angeregten Theiles, collaterale Hyperämie durch Erweiterung und Füllung eines schwächer innervierten eintreten können. Auch



werden nicht alle Gefässcentren stets gleichzeitig in erhöhte Action gerathen, sondern es kann wohl mit erhöhter Thätigkeit der einen, verminderte der anderen verbunden sein, wie dies auch bezüglich sonstiger Functionen des Organismus, besonders der psychischen, beobachtet wird. Und was für verschiedene Centralstellen der Gefässnerven gilt, mag auch für die Theile ein und derselben Centralstelle gelten. Sie werden wohl ebenso wie die übrigen motorischen Centren, oder deren einzelne Theile, von Empfindungsnerven einzelner Bezirke in Erregung versetzt, die sich je nach Umständen steigert oder vermindert; und demgemäss tritt dann stärkere Contraction oder geringerer Widerstand gegen den Andrang grösserer Blutmengen ein.

Man darf aus all dem Gesagten wohl schliessen, dass die hemmende Wirksamkeit des Sehhügels eine vasomotorische sei und in Coordination der Thätigkeit der Gefässnerven-Centren bestehe. Diese Function wird durch die dem Sehhügel aus allen übrigen Centralstellen zufließenden Erregungen ausgelöst, aber auch durch Erhaltung seines Stoffwechsels erst ermöglicht und ist von letzterem abhängig. Steigert sich dieser Stoffwechsel durch die zugeleiteten Erregungen bis über ein gewisses Mass, so vermindert der Sehhügel diese durch die an ihren Ursprungsstellen bewirkte Gefässcontraction; erreichen die dem Sehhügel zufließenden Erregungen einen zu geringen Grad, so vermindert sich die von ihm ausgehende vasoconstrictorische Anregung und schon die passive Gefässerweiterung innerhalb der verschiedenen Centralstellen wird zur Erhöhung des Stoffwechsels in diesen Anlass geben, wodurch selbstverständlich wieder die dem Sehhügel zufließenden Reize vermehrt werden. Dies gilt auch für die einzelnen Theile des Sehhügel-Hemmungscentrums und es können sich zu ein und derselben Zeit die einzelnen Theile auch in verschiedenen Thätigkeitsphasen befinden.

## XI. Anwendung des Dargelegten auf bekannte wichtige Hemmungsactionen.

Einen weiteren Beleg für die Annehmbarkeit einer auf Gefässcontraction beruhenden Hemmung dürfte die Anwendbarkeit unserer Anschauung auf die Erscheinungen nach Durchschneidung des Halssympathicus, auf die Bewegung der Pupille, auf die in unseren



Versuchen gemachten wichtigsten Beobachtungen und auf die Bewegung des Herzens gewähren.

### A. Halssympathicus und Pupillenbewegung.

Wenn man die Erscheinungen von Gefässerweiterung nach Durchschneidung des Halssympathicus(43) unter Berücksichtigung der in dieser Arbeit mitgetheilten Versuchsergebnisse und des eben Gesagten betrachtet, so erscheint es als möglich, dass die Verengung der Pupille und das Schliessen der Lider nach einer solchen Durchschneidung bloss durch collaterale Gefässerweiterung bedingt werde, ebenso wie nach Verletzung des grauen Bodens im 4. Ventrikel und wie die Erweiterung der Ohrgefässe nach Verletzung des Halsmarkes. Ferner wäre die Erweiterung der Pupille, welche auf Reizung des Sympathicus und (nach Budge) sogar auf Reizung auch der hinteren Wurzeln des 7.—9. Spinalnerven, sowie (nach Salkowski) auf Reizung des Nerv. auricularis und dorsalis ped. eintritt, durch die von Heidenhain(22) constatierte Gefässverengung in Folge von Reizung der Empfindungsnerven überhaupt zu erklären, indem diese auf die vasomotorischen Centren erregend wirken. Und diese Erklärung wäre, mit Rücksicht auf die beim Wirbelthier zu fordernde segmentäre, regelmässige Anordnung aller Centralstellen, wohl eher anzunehmen, als jene, welche sich auf die Existenz von 2 und mehr Reflexcentren für ein und dieselbe Bewegung stützt, oder auf das Vorhandensein eines Centrums für die Pupillenbewegung im Spinalmarke, resp. vasomotorischer Nervenfasern, welche durch mehrere Bahnen, nach den verschiedensten Richtungen abbiegend, z. B. auch durch das erste Brustnervenpaar, aus dem Sympathicus, zum Auge gehen sollen. Dem segmentären Baue des Körpers entsprechend muss ja das Bewegungscentrum der Pupille, sowie das vasomotorische des Auges überhaupt, in jenem Theile des Centralnervensystems gesucht werden, von wo die übrigen Gebilde des Auges innerviert werden. Und in der That zeigte sich in unseren Versuchen jener Theil des Tub. cin. als auf die Pupillen und Lidbewegung wirkend, wo sich aus dem Vierhügel und den Kniehöckern stammende Fasern endigen. (Die Forschungsergebnisse G u d d e n s(28) bezüglich des Tract. peduncular. transvers., des Ganglion interpedunculare, sowie des Corp. mammillare und der Crura fornicis scheinen mir wesentliche anatom. Belege für diese Anschauung zu bieten.)



Da ferner beim Menschen keine Erweiterungsmuskeln der Pupille nachgewiesen werden konnten, vom Tub. cin. aber die Gefässe des Vorderkopfes innerviert werden, so liegt es nahe anzunehmen, dass die ebenfalls einer Hemmungsaction zugeschriebene Erweiterung der Pupille auf Contraction der Irisgefässe zurückzuführen sei. Nimmt nämlich hiedurch das Volumen der Iris ab, so muss ihr freier pupillarer Rand, weil der äussere angeheftet ist, vom Centrum der Pupille entsprechend abgezogen werden. Dass dies auch nach Reizung mancher Empfindungsnerven geschieht — worunter auch die Verletzung neben dem Calam. scriptor. eines unserer Versuche und die des Rückenmarkes zu rechnen sein mag — spricht ebenfalls für Gefässcontraction als Grund dieser Erscheinung. So erst wird das Eintreten derselben nach Durchtrennung des Nerv. und Tract. optic. und nach Verletzungen des Sehhügels überhaupt, ganz verständlich. Im ersteren Falle haben wir es nämlich mit Mangel an Anregungen aller Theile des Sehcentrums, im letzteren mit activer Hemmung durch Gefässcontraction zu thun. Jedenfalls ist auch die Zahl der Irisgefässe nicht ohne Grund eine so grosse, und ausserdem scheint der eben angegebene Grund der am nächsten liegende zu sein. Es könnten ferner diese Gefässe durch stärkere Anfüllung auch beim Zustandekommen der Pupillenverengung in gewissem Masse Theil nehmen.

Das Atropin bewirkt in kleineren Gaben Gefässverengung, Verlangsamung des Herzschlages, Abnahme der Secretion im Bindehautsack, im Munde und Rachen, in den Thränen- und Speicheldrüsen, Sinken der Temperatur und Betäubung, Erscheinungen die man wenigstens zum Theil seinem erregenden Einfluss auf das Gefässcentrum im Tuber cin. zuschreiben kann. Auch der antiphlogistische Einfluss dieses Mittels auf die Gebilde des Auges überhaupt und die hierauf beruhende vielseitige therapeutische Verwendbarkeit desselben bei Augenleiden bestätigt die obige Annahme bezüglich des Zustandekommens der Pupillenerweiterung.

### **B. Erklärung der wichtigsten Beobachtungen unserer Versuche.**

Wenn der Hemmungseinfluss des Tub. cin. theils auf der von ihm besorgten unmittelbaren Innervation der Gefässe des Vorderkopfes, insbesondere des Grosshirns und vorderen Hirnstammes, theils auf Mittheilung seines Erregungszustandes an die übrigen,



im verlängerten und Spinalmarke, sowie im Sympathicus liegenden Gefässcentren beruht, so klärt sich uns auch manches räthselhafte Ergebnis unserer Versuche ebenso auf, wie die Beziehungen zwischen der Pupillenbewegung, der Sympathicus-Durchschneidung und den Hirnstammverletzungen; und hierin bieten sich ebensoviele Bestätigungen für die Richtigkeit unserer Auffassung.

a) Zunächst verschwindet der Widerspruch, welchen man gegen eine so ausgebreitete und intensive Wirksamkeit des Tub. cin., bei der verhältnismässig so geringen und doch auch die Muskeln des Vorderkopfes innervierenden, oder wenigstens coordinierenden, Masse desselben hätte erheben müssen.

b) Und auch diese Verschmelzung von muskulomotorischer mit hemmend wirkender Substanz kann uns nicht mehr seltsam erscheinen, nachdem sich die letztere ebenfalls als eine anregende, die Muskelemente der Gefässe in Thätigkeit versetzende, entschleiert hat.

c) Aus dem bedeutenden Einflusse, den das Tub. cin. auf das Herz hat, — ein Einfluss, dessen anregende, nicht schon an sich hemmende Natur weiter unten nachgewiesen werden soll, — sowie aus der Uebertragung von Erregungen dieses Gefässcentrums auf alle übrigen ergibt sich ferner der Grund, warum nach Abtrennung der Sehhügel vom hinteren Hirnstamm das Sinken der Lebensfunctionen ein allmähliges ist. Dass dieses Sinken der Lebensthätigkeiten nach jener Verletzung überhaupt eintritt, erklärt sich, wie bereits weiter oben erwähnt wurde — wenigstens zum Theil — schon aus der Bedeutung der Sehhügel für die Nahrungsaufnahme und für die Sinneswahrnehmungen, wodurch ein starker Erregungsstrom für die hinteren Centraltheile resultieren muss, der nach Abtrennung der Sehhügel aufhört. Zum Theil dürfte es auch auf den geringeren Blutzufuss (da ja dann die collaterale Communication von vorne her aufhört), zurückzuführen sein.

Die Allmähligkeit dieser Functionsabnahme, sowie das kurze, oft ganz fehlende Erregungsstadium, welches ihm vorhergeht, würde sich mit einer auf directem Nerveneinfluss (also ohne Vermittlung eines Endapparates, wie er hier angenommen wird) beruhenden Hemmung, kaum vereinigen lassen. Aus dem Wegfall der Anregungen des Tub. cin. für die übrigen Gefässcentren und insbesondere für das Herz, lässt sich dagegen unschwer eine Erklärung für das Zustandekommen all' dieser Erscheinungen, sowie auch

d) der auffallenden Erschöpfbarkeit der des Sehhügeleinflusses beraubten hinteren Centralgebilde, ableiten. Gleich



nach der Abtrennung der Sehhügel wird nämlich eine Erweiterung der Blutgefässe im hinteren Hirnstamm eintreten und die Erregbarkeit seiner Centren bei genügendem Blutgehalt noch gross genug sein, dass selbst Krämpfe entstehen können. Bald aber macht sich der Ausfall der Sehhügelanregung als geringere Function sowohl der Gefäss-, als auch der übrigen Centren geltend und diese vermindert sich dann noch weiter, um so rascher, je intensivere Reize den Körper und insbesondere die Centren des verlängerten, oder Spinalmarkes treffen. Daher das rasche Eintreten des Todes, wenn nach Sehhügelabtrennung noch eine — wenn auch geringe — Verletzung jener Centren stattfindet, oder wenn man auch nur den centralen Stumpf des Vagus reizt.

e) Hat vor der Sehhügel-Abtrennung ein gewisser Reizungszustand der Gefässcentren bestanden, so kann derselbe auch nach derselben noch durch kurze Zeit fortdauern, oder es kann sich das Eintreten der Reizerscheinungen entweder bloss durch einige Augenblicke, oder auch so lange verspäten, bis die Erregbarkeit schon zu sehr gesunken ist, als dass noch Krämpfe eintreten könnten. Die nach bedeutenderer oder vollständiger Durchtrennung der sensorischen Schichte des Sehhügels und nach Verletzungen des Tub. cin. in kurzer Zeit sich entwickelnden, anfallsweise auftretenden Krämpfe kann man als Folge von verringerter coordinierender Anregung der Gefässcentren betrachten, wobei die Function der letzteren früher oder später so weit sinkt, dass in den Reflexcentren zur Entstehung von Krämpfen führende Hyperämie zustande kommt. Diese letztere kann aber — falls die Verletzung nicht zu bedeutend war — durch die noch bestehenden Empfindungsbahnen — die Gefässcentren wieder zu einem solchen Grade ihrer Function zurückführen, dass sie die Gefässerweiterung vermindern und dadurch den Krampfzustand aufhören machen. So lange jedoch die Verletzung noch nicht geheilt, oder etwa auf andere Weise eine Compensation für den dadurch bedingten Mangel an vasomotorischer Anregung eröffnet ist, werden sich die Krämpfe von Zeit zu Zeit wiederholen. War die Durchtrennung der sensorischen Schichte eine zu bedeutende, so folgen — wie wir gesehen haben — die Krämpfe so rasch aufeinander, dass sie zu einem bloss mit dem Tode endenden allgemeinen Tetanus verschmelzen. Der nach Verletzungen des hinteren Hirnstammes beobachtete partielle Tetanus beruht ausser der directen Erregung der verletzten motorischen Centralstelle wohl auch auf gleichzeitiger Durchtrennung von



sensiblen Fasern, welche den regulierenden vasomotorischen Einfluss auslösen.

### C. **Herzbewegung.**

Der Umstand, dass das Herz, der muskulöseste Theil des Gefässsystems, eine unmittelbare Innervation — wenigstens zum Theil — aus dem Tub. cin. bezieht (sowie auch, dass die Athmung von hier aus reguliert wird), lässt sich gleichfalls mit der Annahme einer in vasomotorischer Anregung bestehenden Hemmung gut vereinigen.

Nebst den Resultaten unserer Versuche liefert uns auch die vergleichende Anatomie im Vereine mit der Descendenztheorie hiefür einige Anhaltspunkte. Es sei diesbezüglich bloss kurz erwähnt, dass bekanntlich der dem Herzen des höher organisierten Wirbelthieres analoge Centralmotor der Ernährungsflüssigkeit beim niedrigst organisierten Wirbelthiere (Amphioxus) von einem pulsierenden Rückengefäss dargestellt wird, welches bis 50 Paare von Gefässen aussendet, die an ihrer Wurzel pulsierende Bulbillen besitzen. Während also bei den höher organisierten Wirbelthieren bloss die von der Aorta ausgehenden Gefässpaare sich als Ausdruck des metameren Baues auch des Gefässsystems erhalten, äussert sich bei Amphioxus dieser metamere Bau an dem Rückengefäss und den pulsierenden Bulbillen. (Viel ausgeprägter ist der metamere Bau bei den Insekten (wie insbesondere bei den Neuropteren Agrion, Aeschna und Libellula), wo man die den einzelnen Segmenten entsprechenden Erweiterungen des sogenannten Rückengefässes als ebenso-viele Kammern ein und desselben Herzkörpers aufgefasst hat. B. Dezsö (29) hat aber gezeigt, dass man sie als ebenso-viele selbständige Segmentherzen anzusehen habe — als zu Gliedern reducierte Individuen. Für uns hat aber natürlich zunächst das diesbezügliche Verhalten des Wirbelthierorganismus entscheidenden Wert. Gehen wir also zu diesem zurück.

Der einkammerige Centralmotor für den Kreislauf der Fische (ausser den Leptocardiern) ist ein Kiemenherz, so dass dem Körper das Blut aus den Kiemen zugeführt wird, und erst aus dieser — auch im Embryo des Säugethieres erkennbaren — Form des Kreislaufes entwickelt sich jene Form desselben, welche auch beim erwachsenen Menschen besteht. Der Uebergang zwischen diesen beiden Formen findet sich bekanntlich bei den Amphibien, deren Larven durch Kiemen athmen, während das entwickelte Thier



Lungen besitzt. Aus dem venösen Kiemenkreislauf entsteht während der Verwandlung der Larven der arterielle und Lungenkreislauf. Dieselbe Metamorphose geht bekanntlich auch beim Embryo des Menschen vor sich. Mit Rücksicht darauf, dass der segmentäre Bau sich auch auf das Gefäßsystem erstreckt, hätte man also wohl Grund zu der Annahme, dass sich bei den Wirbelthieren der zu den vordersten Körpersegmenten gehörige Theil des sogenannten Rückengefäßes vorwiegend entwickelt habe und auf diese Weise, sowie durch Verschmelzung der den einzelnen Segmenten angehörigen Theile jenes Gefäßes, zum vollkommeneren Herzen geworden sei, während die übrigen Theile jenes Gefäßes in der Entwicklung zurückblieben. Die Innervation des Herzens aus dem Tub. cin. neben der aus dem verlängerten Marke — und wahrscheinlich auch aus allen zwischen diesen beiden Theilen des Hirnstammes liegenden motorischen Centren — stammenden, spricht entschieden für diese Anschauung und gewinnt dafür wieder in ihr eine Stütze, wenn es einer solchen, nach unzweifelhaften experimentellen Ergebnissen, noch bedürfte. (Was den Einfluss betrifft, welchen der vordere Theil des Tub. cin. auf den Athmungsprocess ausübt, so dürfte er auf die nahe Beziehung dieser Centralstelle zum Riech-Centrum und auf die Bedeutung der Nasenhöhle für die Athmung — eine Bedeutung, welche schon aus dem als Niesen bekannten Reflexvorgange und aus der Empfindung für die Qualität der eingeathmeten Gase, dem Riechen, hervorgeht — und hiemit zugleich ebenfalls auf eine frühere Entwicklungsperiode zurückzuführen sein. Es ist in letzterer Hinsicht nämlich bemerkenswert, dass bei den Ascidien — wenn man diese Thiere als Uebergangsform zwischen den Wirbelthieren und den Wirbellosen betrachten darf — die Zuführungsöffnung unmittelbar in den Kiemensack übergeht, in dessen Grunde erst die Mundöffnung liegt, ein Umstand, in welchem zum Theil die Grundlage der Beziehungen zwischen den Athmungs- und Schlingbewegungen gegeben sein mag.)

Aus den eben angeführten Daten ergibt sich nun der Schluss, dass die aus dem Tuber cin. stammenden, im Vagus laufenden Herznerven sich zum Herzen ebenso verhalten dürften, wie die Gefäßnerven der übrigen Körpersegmente zu den übrigen Theilen des Gefäßsystems und wohl auch die Darmnerven zur Darmmuskulatur, ja — abgesehen davon, dass dem Herzmuskel durch seine Ganglien eine gewisse Selbständigkeit gewahrt ist — ähnlich wie die der Willkürleitung dienenden Bewegungsnerven zu den von



ihnen versehenen animalen Muskeln. Wenn man bedenkt, dass kein einziger Skeletmuskel einen Nerven besitzt, welcher Erschlaffung bedingt, so hat man alle Ursache mit der Anerkennung eines einzigen Nerven von solcher Wirkung — wenn auch für den Herzmuskel — zu zögern. Die Vagi müssten demnach neben ihren anderen auch solche centrifugale und wohl auch centripetale Nervenbahnen enthalten, deren Gesamtwirkung eine Erhöhung der Herzfunction ist. Vielleicht ist die Beobachtung, dass man bei Reizung des peripheren Vagus-Stumpfes, nach Ermüden desselben durch Tetanisieren, Beschleunigung anstatt Verlangsamung erhält, hierauf zu beziehen. Die bekannte hemmende Wirkung, welche der Vagus auf die Herzthätigkeit ausübt, müsste ähnlich gedeutet werden wie jene, welche die übrigen Gefässnerven auf den Körpertheil ausüben, dem sie angehören, d. i. sie müsste vor allem, auf zu kräftige Function des Herzmuskels selbst, als Ganzem, oder einzelner Theile desselben, oder auch auf zu starke Contraction der ihn ernährenden Gefässe (eine Möglichkeit, worauf der Herzstillstand bei Unterbindung der Art. coronaria hinweist) zurückgeführt werden. Reizung des peripheren Vagusendes kann in der That, wenn sie innerhalb einer gewissen Grenze bleibt, den Blutdruck, somit auch die Kreislaufgeschwindigkeit, steigern, dagegen bei Ueberschreiten dieser Grenze auch Sinken des Blutdruckes und der Circulation hervorbringen. In dieser Weise vermag also die Vagusinnervation des Herzens denselben Einfluss auf den Stoffwechsel des Gesamtorganismus auszuüben, welchen die Gefässnerven auf die der einzelnen Theile desselben äussern.

Und widersprechen etwa die bezüglich der Herzaction durch physiologische und pathologische Forschung bekannt gewordenen Thatsachen einer solchen Annahme? Ich glaube im Nachstehenden zeigen zu können, dass dies nicht der Fall ist.

Die durch Vagusreizung seltener gewordenen Herzschläge sind zugleich kräftiger (wenigstens auch nach Haidenhain's von Löwit bestätigten Versuchen durchaus nicht stets schwächer) und ebenso verhalten sich die Herzschläge nach Einverleibung von Digitalis in den Organismus. Der höchste Erfolg der Vagusreizung ist schliesslich allerdings nicht ununterbrochener Contractionszustand, sondern Stillestehen des Herzens in der Diastole. Nach Durchschneidung der Vagi hingegen tritt zwar Beschleunigung der Herzschläge ein, letztere sind aber weniger kräftig, der Blutdruck sinkt und bald erfolgt endgiltige Verlangsamung mit gleichzeitiger Intensitäts-Abnahme der Herzaction, gerade so wie nach Abtrennung der Seh-



hügel vom übrigen Hirnstamme. Hiemit im Einklange findet gerade bei allgemeinen hochgradigen Schwächezuständen des Organismus eine Beschleunigung der Herzaction — verbunden mit verhältnissmässig niedrigem Blutdrucke — statt, also bei Zuständen, wo zwar die Körpertemperatur bedeutend erhöht zu sein pflegt (Fieber), wo aber die Erhaltung und Ausbildung und somit auch die Leistungsfähigkeit aller Organe, die des Herzens miteinbegriffen, — bedeutend darniederliegt. Steigert man den Blutdruck künstlich durch mechanische Ueberfüllung des Gefässsystems, so wird die Kraft, welche das letztere auf seinen Inhalt auszuüben vermag, eine relativ geringere; und dem entsprechend nimmt die Frequenz der Herzschläge ebenso zu, wie bei allgemeinen Schwächezuständen. Bringt man dagegen die Steigerung des Blutdruckes durch Erregung von Gefässnerven und deren Centralstellen hervor — wie *Haidenhain* (22) es mittelst Reizung sensibler Nerven und Behinderung des Athmens, *Asp* (30) mittelst Splanchnicusreizung thaten, — so erzielt man ein Seltener- aber Kräftiger-Werden der Herzschläge.

Die gleichzeitige Frequenzsteigerung und Intensitätsabnahme der Herzaction während dauernder Anstrengung der Körpermuskulatur ferner, könnte zum Theil auf die hiebei stattfindende relative Verminderung der vasomotorischen Thätigkeit, theils auch auf den Umstand zurückgeführt werden, dass von der Gesamtsumme der Innervationskraft, welche das Nervensystem in einem gewissen Zeitraume zu liefern vermag, ein zu grosser Theil auf die Muskelarbeit verwendet wird und für jene Centren, welche anderen Functionen vorstehen, nicht mehr genug abfällt. Insoferne aber die Kraftentwicklung jedes Organs von seinem Gehalte an Ernährungsflüssigkeit abhängt, liegt es nahe, diesen letzteren Grund von Frequenzsteigerung der Herzschläge bei Muskelarbeit wieder einer hiebei zustande kommenden relativen Verminderung des Blutgehaltes im Vaguscentrum des Tub. cin. zuzuschreiben. In dieser Weise werden sämtliche wichtigeren Organe und überhaupt sämtliche Bezirke des Körpers auf die Herzfunction Einfluss zu üben im Stande sein. Besonders muss dies für das Spinalmark und die Med. obl. gelten, welche ja auch entsprechende Segment-Gefässcentren enthalten. Man ist daher nicht darauf angewiesen noch immer nach jenen erregenden Nerven zu suchen, welche als Antagonisten des Vagus für die bisherige Innervationstheorie des Herzens so unumgänglich nothwendig erscheinen (und welche bei dem bekannten Einflusse auch der nicht vegetativen Functionen auf die



Herzthätigkeit jedenfalls vom Hirnstamm oder dem Spinalmarke zum Herzen treten müssten, wenn sie vorhanden wären.)

Sind sie aber sicher nachgewiesen? Einerseits bestehen Widersprüche in den Angaben der einzelnen Forscher bezüglich des Einflusses der zum Herzen tretenden Zweige des Sympathicus auf die Herzbewegung, eines Einflusses, der, selbst wenn man ihn wahrzunehmen glaubte, die Wirkung des Vagus doch nie zu paralysieren vermochte, während der Klopffversuch Goltz's und die Versuche Wagner's (Reizung der Gedärme durch Dämpfe) gerade für unsere Anschauung bezüglich des Vaguseinflusses sprechen; andererseits sind die Befunde bezüglich des Austretens dieser Herznerven aus dem cerebrospinalen System verschieden; nach Bezold(31) treten diese Nerven entlang des ganzen Rückenmarkes, nach den Gebrüdern Cyon(40) bloss beim letzten Hals- und 1. Rückenganglion zum Sympathicus, und man vermochte bisher ein Centrum der Acceleratoren, obgleich man es in der Med. obl. vermuthete, noch nicht nachzuweisen. Zudem ist dieses Centrum „jedenfalls nicht tonisch erregt,“ wie Landois hervorhebt, und würde sich hiedurch von allen übrigen Centren wesentlich unterscheiden.

Dem oben Gesagten zufolge dürfte man es in Fällen, wo Reizung sympathischer Nerven wirklich Erfolg hatte, mit reflectorischen oder vasomotorischen Vorgängen zu thun gehabt haben. Wie es scheint, beweisen demnach alle hieher bezüglichen Angaben vielleicht weniger als jener Versuch Schelske's, wobei sich ein mit Hilfe höherer Temperatur zum Stillstande gebrachtes Froschherz, bei Reizung des Vagus, wie ein gewöhnlicher Muskel zusammenzieht. Dieses Versuchsergebnis, für welches die bisherige Theorie der Herzinnervation keine Erklärung hat, steht mit unseren Versuchsergebnissen und mit den darauf sich stützenden Anschauungen über das Wesen der Herzinnervation, und insbesondere über das der Hemmung, dem Obigen zufolge im vollsten Einklang.

Auch das Vorhandensein erregender Ganglien im Herzen selbst verträgt sich mit der von uns angenommenen Function des Vagus vollkommen. Jedenfalls muss man — zumal bei Kaltblütern — auch die protoplasmatische Contractilität berücksichtigen. A. Fick, Engelmann, Marchand haben ja gezeigt, dass am Froschherzen der Reiz nicht durch Nervenbahnen, sondern durch die contractile Masse hindurch sich fortpflanzt und dass sich das ganze (Frosch-) Herz wie eine zusammenhängende Muskelfaser verhält. Und auch



am Herzen warmblütiger Thiere gibt es bekanntlich Theile, in denen Ganglien und Nerven nicht nachzuweisen sind und die trotzdem selbständige Contractilität zeigen. Die Existenz hemmender Ganglien im Herzen dagegen würde unsere Anschauung als unrichtig erweisen. Solche hemmende Ganglien hat nun zwar bisher Niemand, getrennt von erregenden, nachzuweisen vermocht, aber sie waren bisher zur Erklärung des Wechsels zwischen Zusammenziehung und Ausdehnung des Herzens nothwendig. Aus der hemmenden Wirkung des Vagus allein konnte man eine solche Erklärung nicht ableiten. Es war weder zulässig, dem Vagus eine grössere Erschöpfbarkeit als anderen Nerven zuzuschreiben, weil dies — wie Bezold (31) hervorhob — allen Errungenschaften der Nervenphysiologie widerspricht; noch auch konnte man annehmen, dass eine Anhäufung von Nervenkraft durch in die Bahn des Nerveneinflusses eingeschaltete, nicht näher bestimmbare Hindernisse stattfindet; dies wies Goltz zurück. (Es ist bemerkenswert, dass man auch den Vaso-Dilatatoren „grössere Erschöpfbarkeit“ zueignen muss [Bowditch, Warren]).

Sollte das Herz, bei einer bloss anregenden Innervation, nicht im Stande sein, die verschiedenen Phasen seiner Function durch den jedesmaligen Zustand seiner Ernährung zu bedingen? Wenn die kleineren Gefässe durch ihre Contraction und die hiemit verbundene Verminderung im Blutgehalte des Körpertheiles, in welchem sie sich befinden, auch ihre eigene Ernährung vermindern und so in ihrer Function selbst auch die Bedingung zur Regulierung derselben besitzen, sollte dies beim Herzen nicht ebenfalls — trotz der verhältnismässig so grossen Masse seiner Muskulatur — möglich sein?

Die reflectorische Anforderung, welche das Herz an die Centralstelle seiner Innervation etwa wie jedes andere Organ stellt, wird ja während der Diastole am grössten sein, weil es dann dem andringenden Blute die grösste Perührungsfläche bietet. Diese Anforderung wird dagegen aus demselben Grunde während der Systole immer geringer werden, je mehr sich die Hohlräume des Herzens verkleinern. Beim Vorschreiten der Systole ferner wächst weder der Zufluss von Nervenkraft, noch auch werden die Ernährungsverhältnisse günstiger, während sich der Widerstand, den die Muskulatur bei der Contraction zu überwinden hat, in Folge der Zunahme des Blutdruckes in den Arterien, sogar steigern dürfte, und auch eine Anhäufung der bei der Muskelthätigkeit entstandenen



Substanzen, der Ermüdungsstoffe, stattfindet. Muss nicht schon hiedurch die Intensität der Herzcontraction nach Ablauf einer gewissen Zeit abnehmen und endlich völliger Erschlaffung Platz machen, bis durch Restaurierung der Herzsubstanz mit frischem Nährmaterial und durch grössere Intensität der centralen Anregung eine neue Contraction hervorgerufen wird?

Wir haben ausser dem Bisherigen noch zu berücksichtigen, dass — trotz Fortdauer der Innervation — das zusammengezogene Herz endlich erschlaffen muss, weil es bei stetig geringer gewordenem Reiz seines Inhaltes auf seine innere Oberfläche auch noch in sich selbst auf ein unüberwindliches Hindernis stösst und die zugeführte Nervenkraft verbraucht. Indem dann das Blut — unter entsprechendem Drucke einströmend — die Räume des Herzens bespült und reizt, wird wieder eine genügende Menge Nervenkraft ausgelöst und die Herzmuskulatur zu erneuerter Kraftausgabe befähigt werden. In dieser Weise lassen sich auch die Aenderungen des Rhythmus und der Bewegungsintensität erklären. Vermindert sich nämlich die Zufuhr der Innervation (durch dauerndere Abnahme der in Form von Erregung der Innenfläche und der ganzen Muskelmasse des Herzens an sein cerebrales Centrum gelangenden Anforderung, oder aus anderen Ursachen), so werden die Contractionen schwächer und ihre Dauer geringer werden; ihre Frequenz wird daher wachsen bis der Schwächezustand einen gewissen Grad überschreitet, worauf dann unter zunehmender Schwäche der Zusammenziehungen auch die Frequenz immer mehr sinkt, bis endlich der Stillstand erfolgt.

Die Art der Zusammenziehung des Herzens, nämlich, dass die Contraction der Vorhöfe jener der Kammern vorangeht, könnte in der geringeren Muskelmasse der Vorhöfe ihren Grund haben, weil ja die grössere Muskelmasse einerseits mehr Nervenkraft in Anspruch nehmen wird und weil andererseits auch die Zeit, deren sie zur Zusammenziehung bedarf, und die Dauer der Kraftäusserung, deren sie fähig ist, eine längere sein muss.

Nicht zu unterschätzen ist ferner — allerdings nur bei den höheren Thierformen — der Einfluss, welchen die Füllung der Kranzarterien, sowie die Innervation dieser Letzteren auf die Herzsubstanz haben müssen, ein Einfluss, der durch die Versuche von G. Sée (32), Bochefontaine und Roussy eine höchst bemerkenswerte Illustration gefunden hat.



Was die eigenthümliche Bewegungsform des Herzens ferner betrifft, nämlich das Vorhergehen der Atriencontraction vor der der Ventrikel, so könnte des weiteren vielleicht ihre Reduction auf eine ähnliche (peristaltische) Bewegung, wie die der Gedärme, — auf welche man auch die Contractionweise der Gefässe zurückgeleitet hat, — etwas zum Verständnis desselben beitragen. Es ist diesbezüglich bemerkenswert, dass nach Unterbindung des Venenschlauches oder der Vorhöfe das Herz erschlafft stehen bleibt (Stan-nius, Goltz), aber wieder schlägt, sobald man es reizt (was auch dann der Fall ist, wenn man die Vorhöfe abschneidet) — und dass auch am Darmkanal unterhalb einer Unterbindungsstelle bloss auf unmittelbare Reizung erneute Contractionen beobachtet werden, da sich die Bewegung des oberhalb befindlichen Darmtheiles über die Unterbindungsstelle hinaus nicht fortpflanzt.

Eine Aehnlichkeit des Verhaltens betreffs der Erregungsfortpflanzung am Herzen und am Darne scheint auch noch in einer anderen Hinsicht zu bestehen. Reizt man nämlich den Venenschlauch mittelst eines Inductionsstromes, so erfolgt ebenfalls Stillstand des Herzens in Diastole (E. Weber); bringt man in derselben Weise an irgend einer Stelle des Dünndarmes einen Krampf-ring hervor, so hört die peristaltische Bewegung des unterhalb dieser Stelle befindlichen Theiles — wenn er unterdessen nicht gereizt wird — ebenfalls auf und die Bewegung des oberhalb jener Stelle gelegenen Darmstückes pflanzt sich über den Krampf-ring hinaus nicht fort. Sowohl das Herz, als auch der Darm unterhalb des Krampfinges — in dieser Weise zum Stillstande gebracht — zeigen jedesmal, wenn ein Reiz sie selbst trifft, wieder Bewegung; sie beginnen ihre spontane rhythmische Action von neuem, sobald der Krampf-ring vergangen ist. Sollte man dem Obigen zufolge diesen letzteren Ausdruck (Krampf-ring) nicht vielleicht mit Recht auch für das Resultat der Reizung der Venenschlauches gebrauchen können, obwohl man dasselbe — wegen der hier so geringen Entwicklung der Muskelschichte — nie in Form einer augenfälligen Einschnürung wahrzunehmen vermag?

Ob die Fortpflanzung der Erregung von der Krampf-stelle nach abwärts durch die zu grosse, die Formelemente erschöpfende Intensität und Dauer des Reizes verhindert wird, oder etwa durch die hiebei zustande kommenden Zersetzungsprodukte und ungenügende Ernährung überhaupt, vielleicht auch durch beides zugleich, oder durch noch andere Ursachen, kann hier nicht weiter untersucht



werden, obwohl vielleicht hievon die Entscheidung der Frage über den Mechanismus der Herzbewegung abhängt. Ich mache nur noch darauf aufmerksam, dass bei hochgradiger Erregung irgend eines Theiles die Formelemente desselben von allen mit ihnen in unmittelbarer Verbindung stehenden Formelementen Material an sich ziehen dürften, — also auch von denen, gegen welche hin sich die Erregung bei mässigerem Grade fortpflanzen würde; dass demnach die Fortpflanzung des Reizes auch durch eine solche rückläufige Ersatzströmung verhindert werden könnte.

Ob ausserdem auch der durch die Muskelcontraction bewirkte Druck auf die in der Muskelmasse eingebetteten Nerven für die mit Muskulatur versehenen Blut- und Lymphgefässe, für die Gedärme und für das Herz in Betracht komme, indem die Leitungsfähigkeit der Nerven durch diese Compression vielleicht beeinträchtigt wird, — sei dahin gestellt; dass jedoch die Blutgefässe dieser Muskulatur hierbei comprimiert werden, dürfte kaum zu bezweifeln sein. Die Folge einer solchen Compression wird sein, dass das Blut in die Nachbartheile getrieben wird und diese zu kräftigerer Action befähigt. (Hieraus folgt, dass abnorme Blutstauungen auch zu Störungen der Bewegung beizutragen im Stande sein werden, wie dies an den Gedärmen, besonders am Dickdarm, nicht selten vorkommt, aber auch hinsichtlich des Herzens nicht auszuschliessen sein dürfte.)

Die Möglichkeit einer zwischen gewissen Grenzen eingeschränkten Selbstregulierung des Herzens (einer Selbststeuerung, wie sie Hyrtl mit Beziehung auf die Rolle der Kranzgefässe genannt hat), dürfte durch das bisher Gesagte hinreichend dargethan sein, einer Selbststeuerung, wie sie wohl auch für alle übrigen Organe und Körpertheile und für den Organismus als Ganzes gilt.

Indem wir ferner dazu gelangt sind, den Herzantheil des N. vagus als eine von anderen Nerven nicht wesentlich verschiedene Verbindungsbahn auch zwischen dem Tub. cin. (nebst jener zwischen der Med. obl.) und den Ganglien des Herzens, bezw. dem Herzmuskel selbst und gleichsam — zum Theil natürlich — als einen hoch ausgebildeten Gefässnerven zu betrachten, ist es uns wohl gelungen, eine neue Stütze für unsere Auffassung des Wesens der Hemmung zu gewinnen, oder wenigstens einen schweren Einwurf gegen dieselbe abzuwehren.



## XII. Würdigung zweier bekannter Experimente als Einwürfe gegen die obige Hemmungstheorie.

Man kann noch eine Einwendung gegen die Regulierung aller Functionen durch die Gefässe erheben, welche um so bedrohlicher ist, da sie sich auf experimentelle Thatsachen zu stützen scheint. Seit Kussmaul und Tenner nach Unterbindung der Hirnarterien Krämpfe eintreten sahen, ist es nämlich fast allgemein angenommen worden, dass Blutarmuth nicht nur als Nervenreiz zu wirken vermöge, sondern selbst, dass blutarm gewordene Centraltheile auch die höchsten Grade von Thätigkeit zu erregen im Stande seien. Ferner hat Schiff gefunden, dass bei Compression der Bauch-Aorta die Darmbewegung eine raschere wird. Das Eintreten kräftiger Action unter Mitwirkung von Blutarmuth kann nach den dargelegten Anschauungen nur insoweit zugegeben und nur so verstanden werden, dass die an einen blutarmen Theil angrenzenden, genügend mit Blut versehenen Partien auf irgend eine Weise zu stärkerer Functionsäusserung angeregt werden. Denn es gilt ja für den ganzen Organismus als Gesetz, dass Steigerung der Lebensthätigkeiten an lebhafteren Stoffwechsel und reichlichere Nahrungs-Zufuhr gebunden ist. Wie sollte also ein blutarmer Theil des Centralnervensystems im Stande sein, die oft durch 10—15 Minuten und darüber dauernde ausserordentliche Kraftentwicklung, die bei vielen epileptischen Anfällen beobachtet wird, hervorzubringen? Ja nicht nur diese, sondern auch die noch viel länger dauernde und intensivere bei Eclampsie, bei Tetanus, die unaufhörlichen Bewegungen des Veitstanzes und anderer Krankheitszustände des Nervensystems? — und nebenbei auch noch Betäubung, Coma, Schlaf, Bewusstlosigkeit, Ohnmacht, Catalepsie etc., überhaupt Symptome von augenfälliger Verminderung der Lebensfunctionen. Nur im zuvor angedeuteten Sinne hat wohl auch Brown-Séquard den Ausspruch thun können, dass sowohl die Lähmungen, als auch die ganze Reihe von convulsivischen Zuständen, von der Chorea bis zur Epilepsie und Catalepsie, von Blutarmuth des Nervensystems herzuleiten seien. Der — besonders an den Kopfschlagadern beobachtete — Gefässkrampf ist eine bald hier bald dort, in grösserem oder geringerem Masse auftretende, nicht constante Erscheinung, welche — wie wir gesehen — durch Erregungszustand des



sympathischen oder cerebralen Nervensystems bedingt wird, besonders aber auch vom Sehhügel-Hemmungscentrum abhängt. Man hat auf diese Erscheinung zuviel Gewicht gelegt, dagegen den gesteigerten sensorischen und motorischen Functionen, welche den (epilept.) Krampfanfällen vorhergehen, oder sie begleiten, nicht Rechnung getragen.

Mehrere hochangesehene andere Forscher haben dargethan, dass Hyperfunction von Blutfülle bedingt werde. So hat Schroeder van der Holk (33), gestützt auf pathologische Beobachtungen und Sectionsbefunde, wenigstens bezüglich der Epilepsie, Hyperämie als Ursache der Krämpfe bezeichnet, und Hermann und Escher (36), sowie Landois (41) vermochten die grössere Wirksamkeit von Blutreichthum für das Gehirn experimentell nachzuweisen. Dasselbe fand Nasse (43) betreffs der Gedärme. Auch Nothnagel (35) sprach sich dahin aus, dass Anämie niemals wirkliche Convulsionen hervorbringe, und betonte für diese die Coordinationsstörung, welche zustande kommen müsse, sobald einzelne Theile des Central-Nervensystems weniger, andere mehr als normal mit Blut versehen sind. In Fällen, wo nach Carotis-Unterbindung Krämpfe vorkommen, handle es sich vielleicht um Anomalien der Gefässvertheilung. Ferner kann nach den bisherigen Ergebnissen der physiologischen Forschung betreffs der Nervenreize kaum angenommen werden, dass die in bisher bekannt gewordener Weise erzeugte Blutarmuth je so plötzlich eintrete, wie es nöthig wäre damit sie als Nervenreiz zu wirken im Stande sei. Und noch weniger kann man zugeben, dass die Function des Nervensystems von anderen Ernährungsgesetzen abhängt, als die der übrigen Organe und Systeme, dass erstere nämlich durch Blutarmuth statt durch Blutfülle begünstigt werde, oder selbst unter den verschiedensten Ernährungsverhältnissen, auch durch längere Zeit, in gleichem Masse stattfinden könne. Dagegen hat wohl mit Recht Arndt (17) darauf aufmerksam gemacht, dass das Zuckungsgesetz der Nerven für das ganze Nervensystem und hiedurch für den ganzen Organismus giltig sei.

Es müsste in der That eine sehr überzeugende, jede Möglichkeit eines Zweifels ausschliessende experimentelle Thatsache vorliegen, wenn es sich darum handelt, solche Stützen unserer Theorie zu entkräften.



## 1. Erscheinungen nach Abschneiden der Blutzufuhr vom Gehirn.

Bietet der Kussmaul-Tenner'sche Versuch (36) eine solche Thatsache? Um dies richtig beurtheilen zu können, wollen wir denselben diesbezüglich genau, wenn auch nur kurz, betrachten:

Wir unterbinden einem mittelgrossen Kaninchen die Art. innominata und die Carotis com. und Subclavia sin. Vom ersten Augenblicke an vermag sich das Thier auf den vorderen Extremitäten nicht mehr aufrecht zu erhalten. Mit Hilfe der hinteren Extremitäten allein sucht es sich vom Platze zu schleppen, während der Vorderkörper auf den Ellbogengelenken der gelähmten Vorderpfoten ruht und der Kopf schlaff und unbestimmt, mit dem deutlichen Ausdruck immer tiefer werdender Betäubung, auf eine Seite herabhängt und den Fussboden berührt. Beiläufig 3 Minuten nach der Unterbindung fällt das Thier auf die Seite, es erfolgen 6—7 ziemlich kräftige und rasch aufeinanderfolgende Rückwärtsbewegungen des Körperstammes, wobei die Extremitäten entsprechend nach vor- und rückwärts verschoben werden und nach der letzten und intensiveren Rückwärtsbeugung tritt endlich die völlige Erschlaffung, der Tod des Thieres, ein.

Augenscheinlich hat man das erste Symptom, die zunehmende Schwäche und Betäubung, der zunehmenden Blutarmuth des Gehirnes und der vorderen Extremitäten zuzuschreiben. Dürfen wir dies aber auch bezüglich der erst 3 Minuten nach der Unterbindung eingetretenen Zuckungen thun? Konnte unterdessen nicht bereits soviel Blut zu den Centralstellen des Vorderstammes, nämlich zur Med. obl., gelangt sein, als zur Ermöglichung des Zustandekommens dieser Bewegungen nöthig war? Das Spinalmark mit den Centren des übrigen Stammtheiles war ja mit Blut um so reichlicher versehen, als die, sonst auch in und an dem Kopfe ausgebreitete Blutflüssigkeit jetzt, auf ein kleineres Strombett beschränkt, unter grösserem Drucke stehen müsste. Ihm führten die Art. intercostales und die hinteren Aeste der Lumbales noch immer eine genügende Menge von Nährmaterial zu, und ausserdem ist es noch von einem sehr blutreichen Venennetz umflochten. Auf den Inhalt dieses letzteren aber wird der plötzlich blutärmer gewordene Schädel, in welchem kein leerer Raum entstehen kann, eine beträchtliche Saugwirkung ausüben und besonders von hier — da die innere Drosselvene beim Kaninchen sehr eng ist — eine ansehnliche Menge



Blutes erlangen. Zunächst aber werden sich die hinteren, mit dem Spinalvenengeflecht unmittelbar zusammenhängenden Blutleiter anfüllen, die Sin. petros. inf., Sin. occipital. und transvers., welche eben zur Aufnahme des vom hinteren Hirnstamm (Pons V., Med. obl.) und vom unteren Theile des Kleinhirns kommenden Blutes dienen. Rechnen wir endlich hiezu noch die Communicationen der Art. spinal. ant. und post. mit den per foramin. intervertebral. eintretenden rami spinal., so können wir die Möglichkeit wohl kaum bezweifeln, dass wenigstens die Med. oblong. 3 Minuten nach der beschriebenen Unterbindung eine zum Hervorbringen jener Bewegungen genügende Menge Blutes erhielt. Dass trotzdem der Tod erfolgte, kann theils auf die Unmöglichkeit ausgiebiger Erneuerung des jedenfalls unter solchen Verhältnissen sehr langsam oder gar nicht fliessenden Blutes, theils auf die Behinderung der (bereits durch die Anämie der Sehhügel schwer beeinträchtigten) Athmung von Seite der krampfhaft functionierenden Stammmuskulatur, zurückgeführt werden. Dieser Krampfstand aber konnte sich um so eher entwickeln, da eine hemmende, regulierende Wirksamkeit des von jeder Blutzufuhr am vollständigsten ausgeschlossenen Sehhügels nicht stattfand.

Auch jene Modification des Kussmaul-Tenner'schen Versuches, wobei diese Forscher die linke Carotis com. nicht mit unterbanden, sondern dieselbe durch Reizung des Sympathicus in Contractionszustand versetzten und auch in dieser Weise Krämpfe erzielten, findet in dem eben Gesagten wohl eine genügende Erklärung. Denn indem wir die durch die eine Carotis int. dem Grosshirn und vorderen Theile des Hirnstammes zugeführte, verhältnismässig bereits sehr geringe Blutmenge noch mehr vermindern, schwächen wir gerade die hemmende Function (des Tub. cin.), während die Med. spinalis und oblong., ja vielleicht auch die Varols-Brücke, in der oben eingeführten Weise, noch leichter als bei Mit-Unterbindung dieses Gefässes, durch einige Zeit functionsfähig bleiben könnten. Mit dieser Erklärung stimmt überdies die von Nothnagel constatierte Thatsache vollkommen überein, dass bei gleichzeitiger Hemmung des Blutzuflusses zum Gehirn und zum Rückenmark, mittels Unterbindung der Aorta, kein Krampfstand auftritt.



## 2. Erscheinungen nach Compression der Bauch-Aorta.

Es wäre nun noch die Beschleunigung der Darmbewegung in Folge von Compression der Bauchaorta (Schiff) als ein scheinbarer Beleg für die erregende Wirkung der Blutarmuth, und daher auch als Einwurf gegen unsere Hemmungstheorie noch übrig. Einerseits wird in diesem Falle der collaterale Zufluss, bei der ausserordentlichen Steigerung des Blutdruckes in den oberhalb der Compressionsstelle entspringenden Gefässen ein ziemlich bedeutender sein; andererseits erhalten die Gedärme auch noch die beträchtliche Blutmasse des Pfortadersystems, die sich dabei ebenfalls unter erhöhtem Drucke befindet. Kein Wunder demnach, dass unter solchen Umständen — nach Compression der Bauchaorta — selbst Erhöhung der Temperatur unterhalb der Compressionsstelle beobachtet wird (Heidenhain), was auf Erhöhung des Stoffwechsels bezogen werden kann. Ausserdem dürfte aber noch in Betracht zu nehmen sein, dass bei den Gedärmen, gerade wie beim Herzen, die Bewegung um so rascher vorwärts schreitet, je weniger intensiv sie ist. Bei ungenügender Zufuhr arteriellen Blutes wird demnach — innerhalb gewisser Grenzen — gerade die Schwächung der Darmmuskulatur und ihrer Centren eine Beschleunigung der peristaltischen Bewegung hervorrufen; möglicherweise auch ähnlich wie Schwächung der Centren des animalen Muskelsystems durch Verminderung des Sehhügeleinflusses zu clonischen Contractionen Anlass gibt.

Vielleicht ist es uns hiemit gelungen, die Annahme, dass Anämie eine grössere Erregbarkeit und intensivere Function des Nervensystems bedinge, als unstatthaft erscheinen zu lassen und in den beiden letztbesprochenen Experimenten sogar eine neue Stütze für unsere Anschauung bezüglich des Wesens der Hemmung zu gewinnen. Um diese fest zu begründen, wäre es nothwendig, ihre Anwendbarkeit bei der Erklärung der diversen physiologischen und pathologischen Functionen und Functionsphasen aller Organe unseres Körpers bis in's Detail nachzuweisen. Die Lösung dieser Aufgabe wird eine dankenswerte Arbeit für Fachmänner darstellen. Hier sei nicht weiter darauf eingegangen, dagegen mögen noch einige Bemerkungen gestattet sein, welche die Verwertbarkeit der dargelegten Anschauungen über die Function der Sehhügel für Beurtheilung physiologischer und pathologischer Zustände des Organismus einigermassen illustrieren dürften.



### XIII. Anwendbarkeit unserer Anschauung über die Sehhügelfunction auf die Beurtheilung physiologischer und pathologischer Zustände des Organismus.

Wenn wir den jedesmaligen Zustand des Organismus zum grossen Theil als das Resultat einer mehr weniger vollkommenen, nämlich mit geringerer oder bedeutenderer Beeinträchtigung, beziehungsweise Erhöhung seiner Lebensfähigkeit einhergehenden Accommodation an die auf ihn wirkenden äusseren Verhältnisse betrachten dürfen; wenn wir dann berücksichtigen, dass sowohl die Steigerung, als auch die Verminderung der Function jedes einzelnen Organes oder Theiles, sobald sie eine gewisse Grenze überschreiten, die Gesamtleistung des Organismus verringern; wenn wir ferner das Centralnervensystem, als Vermittler zwischen dem thierischen Organismus und zwischen der Aussenwelt, somit als Hauptfactor bei der Accommodation erkennen müssen, so sind wir wohl zu dem Schlusse berechtigt, dass jeder abnorme Zustand eines peripherischen Organes stets auch mit einem abnormen Zustand des Centralnervensystems verbunden sein müsse. Obwohl nun alle Theile des Centralnervensystems in reger Wechselwirkung mit einander stehen und die Beeinträchtigung jedes einzelnen auch die Gesamtheit afficiert, so wird doch derjenige Theil, den wir als Regulator der gesamten Ernährungsvorgänge erkannt haben, — der die Function der Hirnhemisphären, der Muskel- und Sinnes-Centren, der Unterleibsorgane, sowie die Athmungs- und Herzbewegung beherrscht, aber von all' diesen entsprechend wiederbeeinflusst ist, so wird, sage ich, dieser Regulator, der Sehhügel, bei allen Aenderungen im Zustande unseres Körpers ganz besonders betheiligt sein.

Das Gefühl des Wohlseins, als des Ausdruckes harmonischen Zusammenstimmens aller Functionen, sowie auch das Gefühl des Unwohlseins, wird demnach hier seinen Sitz haben, und zwar in Folge von Concentration aller Empfindungen, also in Folge einer Synthese, welche der im Rindengrau stattfindenden Analyse regulierend gegenübersteht, die nothwendige Reaction auf die zur Wahrnehmung, zur Verstandes- und Gemüthsfunction, zum Wollen, gewordene Thätigkeit der Rindenzellen darstellt und diese Thätigkeit mit den Segmentcentren und überhaupt mit dem ganzen übrigen Organismus in Wechselwirkung bringt.



Hiemit im Einklang wird man auch beim Zustandekommen des Fiebers, als eines Allgemeinleidens des Organismus, dem Sehhügel eine wesentliche Rolle zuzuschreiben haben, auch abgesehen von den einschlägigen directen Hinweisen der hier mitgetheilten Versuche. Letztere sprechen namentlich für die Betheiligung des Sehhügels beim Entstehen des Fieberfrosts, welcher bekanntlich nicht bloss durch im Blute circulierende Zersetzungs- (bezw. abnorme Stoffwechsel-)Producte, sondern auch durch mechanische Einwirkungen (Catheterisation der Urethra, starke Hautreize), sowie durch bedeutende psychische Erregungen hervorgerufen werden kann. Das Stadium algidum der Cholera, der Collaps, der Shok, dürften gleichfalls zum Fieberfrost zu zählen sein; die beiden letzteren jedoch nur, insoferne man es nicht mit einer Folge von Erschöpfung und dadurch bedingter vorübergehender — bezw. auch dauernder — Lähmung eines grösseren Theiles des Central-Nervensystems zu thun hat. Die Frage hinsichtlich der Temperatur-Erhöhung ist eine zu complicierte, als dass hier darauf eingegangen werden könnte.

Die durch narkotische Substanzen bewirkten Zustände des künstlichen Schlafes, der Anästhesie, vorübergehenden Muskellähmung, Pupillenerweiterung, Verlangsamung des Herzschlages und der Athmung etc. werden ebenfalls grösstentheils auf Sehhügelreizung beruhen. Diese kann entweder von den zunächst afficierten Rinden- und anderen Centren ausgelöst werden, oder durch unmittelbare Erregung des hemmenden Sehhügelcentrums, als Ganzem oder einzelner seiner Theile, bewirkt werden.

Ferner liegt es nahe, daran zu denken, dass auch der normale Schlaf — mindestens zum Theil — als ein activer Zustand des Sehhügel-Hemmungscentrums aufzufassen sei. Man kann sich vorstellen, dass einerseits die Empfindung des ihm übermittelten Bedürfnisses der Körpertheile hinsichtlich der Restaurierung und der Befreiung von unbenützbaaren Stoffwechselproducten (im Sinne der Theorie Pflüger's) diese Art seiner Activität auslöse, andererseits, dass länger dauernder Ruhezustand des Körpers und Geringfügigkeit der das Nervensystem treffenden Erregungen entweder ebenfalls zu abnormen Stoffwechselproducten führe (wofür manche Beobachtung spricht), oder ein Ueberwiegen des Tonus dieser Centralstelle — in Folge etwa einer höheren Empfindlichkeit — über jenen der übrigen Centralstellen bedinge. Abnorme Erregungszustände einzelner Körpertheile, namentlich einzelner Rindenbezirke, werden



zu Abnormitäten des Hemmungsmechanismus auch nach dieser Richtung hin Anlass geben. Höhergradige und lang andauernde Beeinträchtigung oder Begünstigung des Blutzuflusses in dem einen dieser Bezirke und das Gegentheil in den übrigen, in dieser Weise zustande kommend, gewähren vielleicht die Möglichkeit, dass wir auch in das Entstehen der hypnotischen und cataleptischen Erscheinungen und der psychischen Krankheitssymptome klarere Einsicht gewinnen als bisher.\*)

Alle Ernährungsstörungen des Organismus dürften dem Obgesagten zufolge auch mit Gewebsveränderungen im Sehhügel einhergehen und beide Processe wechselseitig von einander abhängen. Die Gewebsveränderungen des Sehhügels können jedoch selten so bedeutende sein, dass sie schon bei makroskopischer Untersuchung — zumal im basalen Theile — bemerkbar werden; denn bevor sie einen so hohen Grad erreichen, muss der tödtliche Ausgang erfolgen. (Diesem Umstande ist es wohl grossentheils zuzuschreiben, dass bei so manchen schweren Erkrankungen des Centralnervensystems der pathol.-anatomische Befund ein negativer oder doch für die Erklärung der Erscheinungen ungenügender war.) Nur sehr chronisch verlaufende Zustände (wie Hydrocephalus chronicus, Neugebilde) dieser Gegend werden sich entwickeln und durch längere Zeit bestehen können, ohne auffallende Erscheinungen hervorzurufen, wie es ja auch die Erfahrung lehrt, dagegen müssen hier vorkommende Abnormitäten der Gefässwandung und Gefässthätigkeit, selbst bei verhältnismässig geringem Grade, auffällige, ja bedrohliche Erscheinungen zur Folge haben. Auf Abnormitäten der Gefässthätigkeit und ihrer Auslösung, bei noch normaler, sowie bei schon erkrankter Gefässwandung, und auf hiedurch bedingte Abweichungen

---

\*) Auch Wundt (37) hat die Annahme ausgesprochen, dass der Schlaf, wenigstens insoferne er die Sinnesorgane betrifft, von einem bestimmten Centraltheil ausgehe und nicht von Anfang an ein Zustand des ganzen Nervensystems, ja des ganzen Organismus sei. Die körperliche Grundlage der Bewusstseinsveränderungen liege in Hemmungen der centralen Functionen, welche den Schlaf herbeiführen. Hieher gehört ihm zufolge auch die Hypnose, bei welcher „ein grosser Theil der Function des Centralorgans latent wird, während der thätig bleibende, in Folge der neurodynamen Wechselwirkungen, gesteigerte Erregbarkeit aufweist.“ Aehnliches findet bei den Geistesstörungen statt, jedoch treten hier locale oder mehr weniger ausgebreitete Gewebsabnormitäten mit höheren Graden von Erregungen in Rindengebieten und Theilen des Gefässcentrums, mit einerseits ungenügender, andererseits übermässiger Compensation, in ihrer gegenseitigen Wechselwirkung hervor.



der Blutvertheilung, hat man daher mit Recht allerlei Symptome von Seiten des Nervensystems zurückgeführt. Man wird also dem Zustande der Gefässe des Sehhügels noch mehr Aufmerksamkeit widmen müssen, als an anderen Theilen des Centralnervensystems, wie dies Schroeder van der Kolk seinerzeit in Betreff der Medulla obl. gethan hat. (Auch der Befund Charcot's, wonach im Hirnstamme die localen Gefässerkrankungen, im Rückenmark dagegen die System-Erkrankungen an Häufigkeit überwiegen, weist uns hierauf hin).

Die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, dass die so verschiedenen, vielfach wechselnden „diffusen“ Symptome der Erkrankungen des Centralnervensystems von der (durch äussere Eindrücke und Organthätigkeiten des Körpers beeinflussten) Function der Gefässcentren, insbesondere des Sehhügel-Gefässcentrums bedingt seien, wird wohl von niemandem mehr bezweifelt werden. Aber auch das Zustandekommen der (von Romberg, Combaire, Graves, Levinson, Brown-Sécard, Stanley und Rayer, Nothnagel etc. sichergestellten) Reflex-Erkrankungen dürfte durch die vorliegende Arbeit unserer Einsicht wesentlich zugänglicher sein als bisher. Insbesondere erklärt es sich, wie verschiedene Grade vorübergehender Lähmung und wie die verschiedenen Arten und Grade der Hyperkinesie zustande kommen. Die Epilepsie, und zwar sowohl die durch Verletzung des Rückenmarkes oder Durchtrennung des Ischiadicus erzeugte spinale (Brown-Sécard), als auch die durch Gehirnerschütterung hervorgerufene (Westphal) und jene, deren Ausgangsort die Hemisphärenrinde ist (Jackson etc.), ist nun unserem Verständnis nahe gerückt; ebenso Eclampsie, Tetanus, Chorea. Das Zustandekommen der Krämpfe wurde an anderer Stelle bereits besprochen (S. 71 u. w.; zu vergleichen auch S. 118, ferner 67 u. w.); es sei daher nur in Bezug auf die Chorea hier noch bemerkt, dass die Bewegungen, durch welche sie sich charakterisiert, augenscheinlich der Ausdruck einer relativen Schwäche des regulierenden Sehhügel-Einflusses gegenüber dem Thätigkeitsdrange motorischer Rindencentren ist.

Als den eigentlichen Sitz der „epileptischen Veränderung“, wie Nothnagel jenen Zustand des Organismus bezeichnet, welcher die Grundlage für das anfallsweise Auftreten von Krämpfen bildet, haben wir wohl den Sehhügel anzusprechen und dasselbe dürfte auch in Betreff jener Disposition gelten, auf welcher die hysterischen Insulte beruhen.



Der Sehhügel dürfte ferner in Folge seines Einflusses auf die vegetativen Organe, auf die Ernährung, auf den gesammten Stoffwechsel, nicht nur bei Functionsstörungen dieser Organe (z. B. bei den zu Hirntumoren so häufig sich gesellenden Abnormitäten der Harnsecretion) in Betracht kommen, sondern auch als ein Hauptsitz der Disposition zu Erkrankungen anzusehen sein. Seine Integrität, bezw. seine Schwächung, wird für die Widerstandsfähigkeit, bezw. das Unterliegen des Organismus, gegenüber den Krankheitsursachen massgebend sein; von ihm wird es zum Theil abhängen, ob Mikroben einen für ihre Entwicklung günstigen Boden finden, ob Entzündungsvorgänge eintreten und sich ausbreiten, ob es zu Metastasen, zu Urämie etc. kommt oder nicht. Für die Neigung Geisteskranker zu Othaematom, zu Knochenbrüchigkeit oder zu Schwund der Kalksalze, für den Zusammenhang der Herzaffectationen mit diffusen Erkrankungen des Gehirns (den Leubuscher auf dem Congress f. int. Med. I. J. hervorgehoben hat), ferner mit Erkrankungen besonders der Nieren, für den Einfluss der Schwangerschaft und des Kindbettes auf das Entstehen psychischer und anderer Krankheiten etc., dürften wir in der Function des Sehhügelpaares mindestens zum Theil die Erklärung finden; und auch bei der Vererbung der Körpereigenschaften mag die Sehhügelfunction von grösserer Wichtigkeit sein, als jene irgend eines anderen Centraltheiles.

Eine Vereinigung der von mir experimentell erzeugten Sehhügelsymptome bietet insbesondere die Meningitis basil. tub. Von dem Schmerz im Kopfe und Nacken und in den Gliedern müssen wir selbstverständlich absehen, da er ja beim Thiere nicht nachzuweisen ist, ebenso vom Erbrechen, welches bei Kaninchen überhaupt nicht vorzukommen scheint. Alle übrigen Erscheinungen jedoch stimmen in der That fast vollkommen überein. Man erinnere sich nur an die Benommenheit des Sensoriums bis zur Schlummersucht, an die Pupillenerweiterung, die Verlangsamung der Athmung und des Herzschlages; dann an die Hyperästhesie der Haut, die Verengung der Pupille, den stieren Blick, das Zähneknirschen, den Krampf der Nacken- und Extremitätenmuskeln, die Zusammenziehung der Gedärme, bezw. das Eingefallensein des Unterleibes; endlich an die Beschleunigung des Pulses als Zeichen des Eintretens allgemeiner Lähmung und des baldigen Todes. In der ersten Reihe dieser Symptome haben wir den Erregungszustand des Tuber cin. vor uns, während die Hirnstiele, obgleich sie nicht intact bleiben können, ihr Afficiertsein durch keinerlei auffallende Erscheinung



verrathen, wenigstens nicht durch Reizungssymptome. Die zweite Erscheinungsreihe zeigt uns die Schwächung der erwähnten grauen Substanz, verbunden mit dem Erregungs-, bzw. Lähmungszustande der nächstgelegenen animalen Muskelcentren — bzw. auch der Darm- und Herz-Bewegungscentren — zunächst natürlich jener des Kau-Apparates und des Halses (Tub. cin., Lamina perf. post. und ihre Fortsetzung rückwärts), dann der Augenmuskeln mit Einschluss des Sphincter iridis und jener der Extremitäten (Aquaeduct. S. bzw. Pons Varoli). (Wäre die Affection der Hirnstiele die Ursache des Extremitätenkrampfes, so müsste dieser gleich anfangs vorhanden sein. Aber wie die Entzündung der Nerven, die Neuritis, stets mit Verminderung der Nerventhätigkeit einhergeht, so kann auch die Entzündung der Markfasern der Hirnstiele und der Markfasern des Centralnervensystems überhaupt, bloss zu einer Functionsabnahme, zu mehr oder weniger vollständiger Leitungsunterbrechung führen. Die Ernährung der Axencylinder geschieht ja von den Nervenzellen aus, mit denen sie in Verbindung stehen, und selbst bei acuten Vorgängen werden sie niemals der Sitz auch nur einigermaßen dauernder Erregungen, nie eine wirkliche Reizquelle sein können. Rosenbach fand, dass Krämpfe bei Reizung des Rückenmarkes nur so lange dauern wie die Reizung selbst. Da sich nun diese Dauer des Krampfzustandes am deutlichsten an den Extremitäten kundgibt, welche — wie gezeigt wurde — ihre Innervation grossentheils aus dem Pons V. empfangen, so spricht diese Beobachtung Rosenbach's ebenfalls im Sinne des hier Vorgebrachten.)

Besonders interessant, auch hinsichtlich der Rolle, welche dem Sehhügel beim Zustandekommen der Krankheits-Disposition zukommt, sind die sogenannten traumatischen Basilarmeningitiden, welche sich ziemlich rasch nach einer Operation oder einem Trauma entwickeln, indem die etwa bis dahin latent vorhandenen Tuberkelbacillen dort einen Locus min. resist. finden. Die Möglichkeit einer solchen Latenz (in Fällen, wo neben der Meningitis bloss verkäste Drüsen vorgefunden wurden), hat neuestens Honl (38) in seiner Arbeit über Meningitis (nach Besprechung der Wege, auf denen die Bacillen zu den Hirnhäuten gelangen können) hervorgehoben.

Es dürfte schon aus dem Wenigen in diesem Abschnitt Dargelegten genügend ersichtlich sein, dass die mitgetheilten Versuche und deren Ergebnisse — abgesehen vom rein casuistischen Werte der ersteren — nach mehreren Seiten hin befruchtend wirken können. Um wie viel mehr wird dies von nachprüfenden, voll-



kommenen Leistungen ähnlicher Art und von den durch solche zu erzielenden Berichtigungen, Ergänzungen und etwa Bestätigungen zu erwarten sein. Nicht bloss die Physiologie, sondern die gesammte Pathologie, mit Einschluss der Diagnostik und Prognostik, ja selbst der Aetiologie und Therapie, werden neue Gesichtspunkte gewinnen.

#### XIV. Bemerkungen zur Versuchsmethode, Schlusswort.

Ich halte es für nothwendig, dass bei solchen Experimenten, die in Verletzungen der Centraltheile bestehen, nebst der genauen Angabe aller Umstände, unter denen sie vorgenommen werden, vor allem die treue ausführliche Beschreibung aller wahrgenommenen Erscheinungen und ununterbrochene Beobachtung des Versuchstieres durch längere Zeit (oder im Falle die Verletzung tödtlich war, bis zum Tode) und dabei die Berücksichtigung möglichst aller Zustände, welche sich bei ihm äussern, als Haupterfordernisse angesehen werden. Wenn es auch nicht gelungen ist, denjenigen Theil zu verletzen, welchen wir verletzen wollten, und in solcher Weise und Ausdehnung, wie wir es beabsichtigen, so erhalten wir dennoch in obiger Weise stets ein lehrreiches und verlässliches Material zur Vergleichung mit anderen Versuchsergebnissen. Insbesondere ist ferner die längere Beobachtung hier ebenso wichtig und lohnend, wie die des Verlaufes einer Krankheit für die Diagnose und Prognose derselben.

Es ist zum Staunen, wie wenig man bei Beurtheilung vivisectionischer Symptome den Einfluss der Verletzung auf den Körper als Ganzes, sowie die Mittheilung der Erregung vom verletzten Theile auf andere Theile des Körpers mitunter berücksichtigt hat. Wäre es sonst möglich gewesen Annahmen zu machen wie jene, dass es im Rückenmarke ein Centrum für Pupillenerweiterung und am Boden der Rautengrube ein solches Centrum für das Schlucken und die Speichelsecretion gäbe, welches durch mechanische Reizung der zugehörigen Empfindungsnerven (der Speicheldrüsenerven) zwar nicht, wohl aber durch die des N. ischiadicus und splanchnicus erregbar sei?

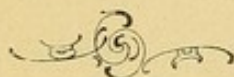
Bei dem todten Versuchs-Thiere müsste eine möglichst genaue Beschreibung des Befundes bezüglich des ganzen Körpers



stattfinden; die Oertlichkeit, Ausdehnung etc. der Läsion wäre selbstverständlich auf das Genaueste festzustellen und das Präparat oder eine genaue Nachbildung desselben aufzubewahren. Dass hiebei, sowie in Betreff der Beobachtung am lebenden Thiere, auch alle wissenschaftlichen, bezw. technischen Behelfe zu benützen wären, dass sich auch Theilung der Arbeit in dieser Hinsicht empfehlen würde, braucht kaum betont zu werden.

In der ungenügenden Berücksichtigung des Sectionsbefundes, in der ungenauen Angabe betreffs der Ausdehnung, Beschaffenheit etc. der Verletzung, ferner — abgesehen von der stets eine wesentliche Fehlerquelle darstellenden subjectiven Auffassung des Beobachtenden — in der Beachtung bloss einzelner Symptome, deren Eintreten man mit Voreingenommenheit erwartete, und endlich in der zu kurzen Dauer der vielleicht auch nur nebenbei — während irgend einer anderen Beschäftigung — vorgenommenen Beobachtung, dürften die Ursachen der Widersprüche, resp. die Fehler mancher Untersucher, zu vermuthen sein.

Mit diesen Andeutungen will ich nicht etwa meine Versuche als besonders vollkommene hervorheben. Auch ich musste die Beobachtung manchmal unterbrechen und konnte sie oft durch weniger lange Zeit fortsetzen, als es nöthig gewesen wäre. Wissenschaftliche Untersuchung der Ausscheidungen, des Blutdruckes, der Sinnesperception etc. fehlen fast gänzlich. Der Vorgang bei den Verletzungen war nicht aseptisch. Immerhin aber sind bei meinen Versuchen wenigstens die vorerwähnten Fehlerquellen nach Möglichkeit vermieden worden. Ich mag ferner auch in der Beurtheilung der wahrgenommenen Erscheinungen fehlgegangen, in meinen Schlüssen vorschnell gewesen sein; jedenfalls war aber mein Streben auf die Erforschung und Darlegung der Wahrheit gerichtet, und bloss die Ueberzeugung, dass dieses Streben doch kein ganz vergebliches war, konnte mich zu dem Wagnis veranlassen, eine auch in der gegenwärtigen Form bereits vor Jahren ausgeführte (jedoch nicht veröffentlichte) Arbeit, durch einige Zusätze und Berichtigungen aufgefrischt und möglichst ergänzt, einem grösseren Leserkreise vorzulegen.





## Literatur.

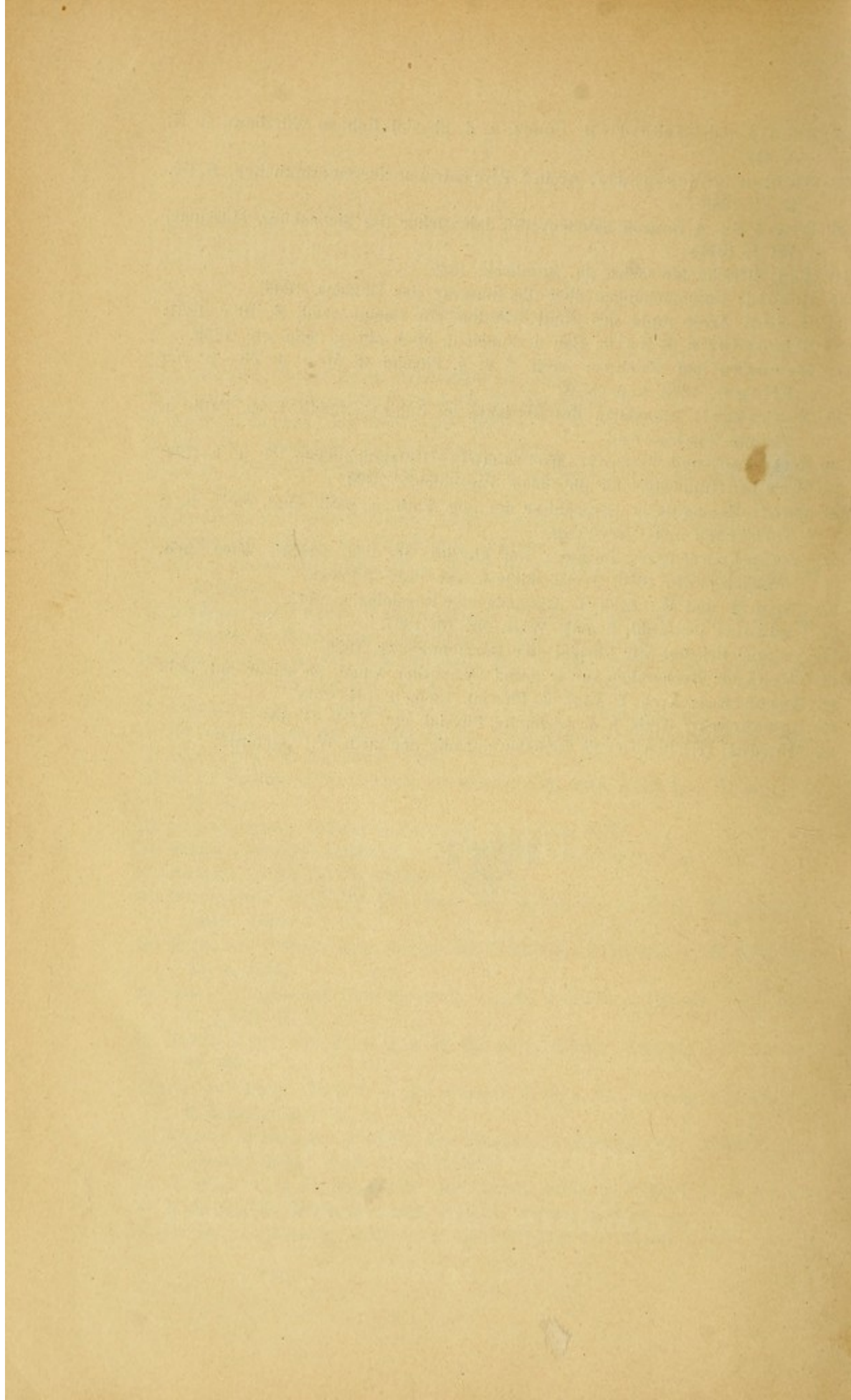
1. Laborde: *Traité de la Physiologie etc.* 1892.
2. Wundt: *Lehrbuch der Physiologie des Menschen.*
3. Fick: *Compend. der Physiologie.* 1891.
4. Steiner: *Grundriss der Physiologie.* 1892.
5. Gad: (*Realencyclopädie der med. Wiss., herausgegeben von Eulenburg, 7. Band*) „Gehirn“.
6. Gad und Heymans: *Kurzes Lehrb. der Physiologie des Menschen.*
7. Landois: *Lehrb. der Physiologie.* 1891 u. 1893.
8. Pick: (*Realencyclopädie d. m. W., h. v. Eulenburg, 7. Band*): „Epilept. Irresein.“
9. Eckhardt: *Physiol. d. Rückenmarks u. Gehirns etc. im 2. B., 2. Th. des Handb. d. Physiologie, herausgegeben von Hermann.*
10. Brown-Séguard: *Compte rend. Jan. u. Oct. 1856, Arch. g. de med. 1856. — Gaz. hebdom. d. m. et ch. 2 u. 3 von 1869.*
11. Lenhossék: *Az emberi gerinczagy, nyullagy, Várol. hid etc.*
12. Balogh K.: *Az agy féltékéinek etc., herausgeb. v. d. ung. Ak. d. W. 1876.*
13. Luciani: *Das Kleinhirn.* 1893.
14. Erb: *Krankh. d. Nervensyst. im Handb. f. sp. Path. u. Therap. Ziemssen, B. 11 u. 12.*
15. Gegenbauer: *Grundriss der vergl. Anatomie.* 1878.
16. Wiedersheim: *Lehrb. d. vergl. Anatomie der Wirbelthiere.* 1886.
17. Arndt: *Lehrb. der Psychiatric.* 1883.
18. Marinesco et Serieux: *Essai sur la pathog. et le traitem. de l'épilepsie.* 1895.
19. Münzer: *Beiträge zum Aufbau des Centralnervensystems. A. W. Med. Ztg. Nr. 1. 1896.*
20. Goltz: *Vagus und Herz im Arch. f. path. Anatom., f. Physiol. u. kl. Med. B. XXVI, H. II.*
21. Nothnagel: *40. B., 1. u. 2. H. des Arch. f. path. Anatom., f. Physiol. u. kl. Md.*
22. Heidenhain: *Arch. f. d. ges. Physiol. d. M. u. Th., herausg. v. Pflüger, 3. Jahrg., 10. u. 11. H.*
23. Tangl: *Ueber den Einfluss des vasomot. Nervensyst. etc. (Arch. f. d. g. Physiol., Jahrg. 1895, 11. u. 12. H.)*
24. O. Weber: *I. B. des Handb. der Chirur., redig. v. Billroth u. Pitha.*
25. Eichhorst: *Handb. der spec. Path. u. Therap. 3. Aufl.*
26. Brown-Séguard: *Product. of Haemorrhages etc. Lancet I. 1871.*



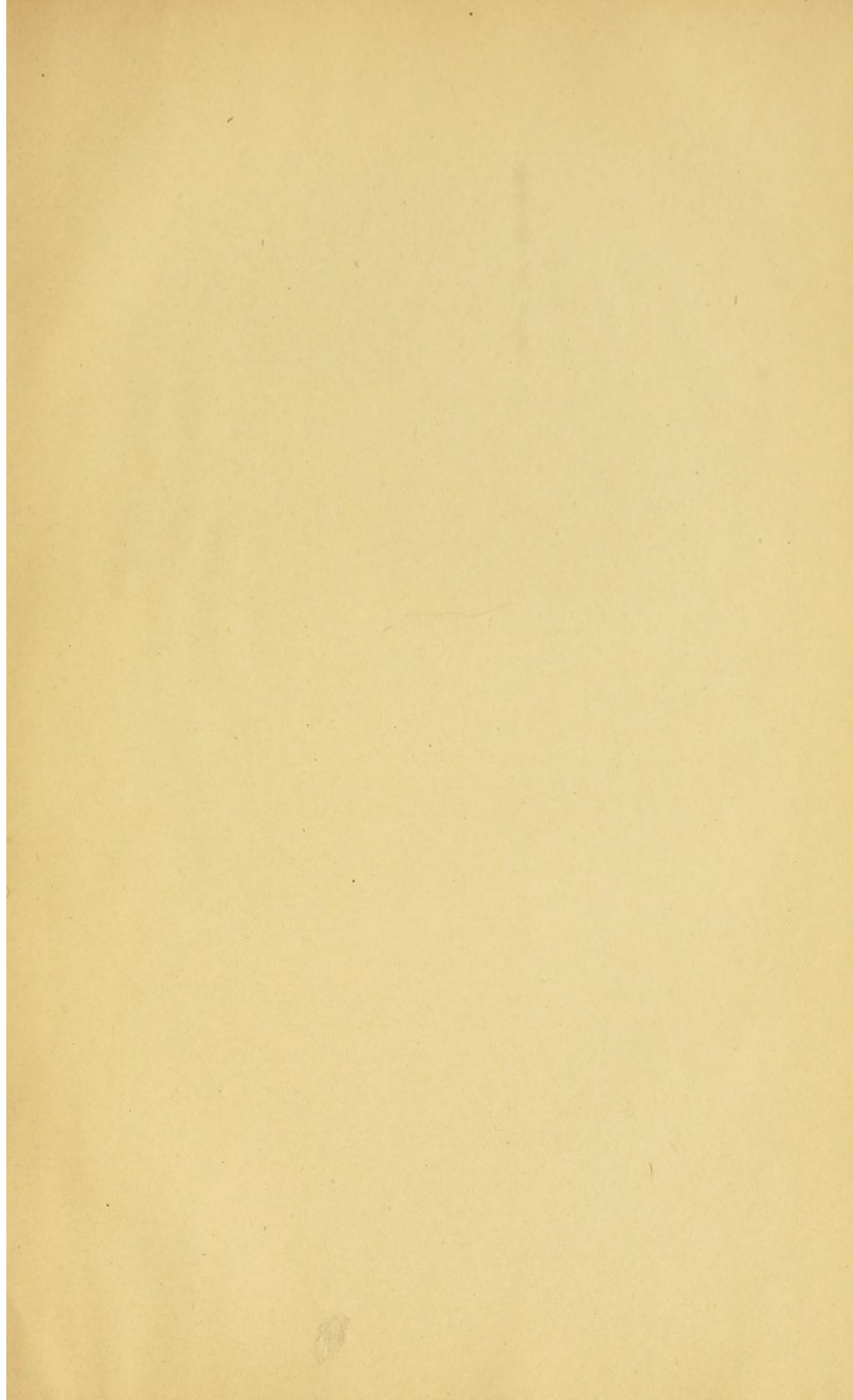
27. Bezold und Gscheidlen: Unters. a. d. physiol. Lab. zu Würzburg, II. H. S. 347.
28. Gudden in Westphals: Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten, B. IX, H. II, 1880.
29. Dezsö B.: A rovarok hátedényéről, Jahrbücher des Siebenbürg. Museums, Nr. 1, 1877.
30. Asp: Bericht der sächs. ph. Gesellsch. 1867.
31. Bezold: Untersuchungen über die Innervat. des Herzens. 1863.
32. G. Sée: Arrêt rapid des contr. rhythm. etc. Compt. rend. N. 10 v. 1881.
33. Schroeder v. d. Kolk: Bau u. Funct. d. Med. obl. u. spin. etc. 1859.
34. Hermann und Escher: Arch. f. d. g. Physiol. d. M. u. d. Th, h. von Pflüger, 1870. I. p. 3—8.
35. Nothnagel: Anomalien des Blutlaufs im Gehirn (Handb. f. sp. Path. u. Therap. Ziemssen).
36. Kussmaul und Tenner: Moleschotts Untersuchungen III. p. 1—124.
37. Wundt: Grundzüge der physiolog. Psychologie. 1880.
38. Honl: Meningitis in „Ergebnisse der allg. Path. u. path. Anat. etc.“, h. v. Lubarsch und Ostertag.
39. Affanasieff bezw. Tomsa: Zur Physiol. der Ped. cerebri, Wien. med. Wochenschrift, 1870, 9—12, mitgeth. von Prof. Tomsa.
40. Cyon M. und E.: Arch. f. Anatomie und Physiologie. 1867.
41. Landois: Centralbl. f. med. Wiss. Nr. 10, 1867.
42. Nasse: Beiträge zur Physiol. der Darmbewegung. 1866.
43. Bernard: Recherches sur le grand Sympathic. Annal. de scienc. nat. 1863.
44. Rosenthal: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1865, p. 191—203.
45. Lewaschew: Arch. f. d. gesammte Physiol. etc. XXV. S. 69.
46. Mendel: (Eulenburg's Realencyclopädie der med. W.) „Gehirn.“



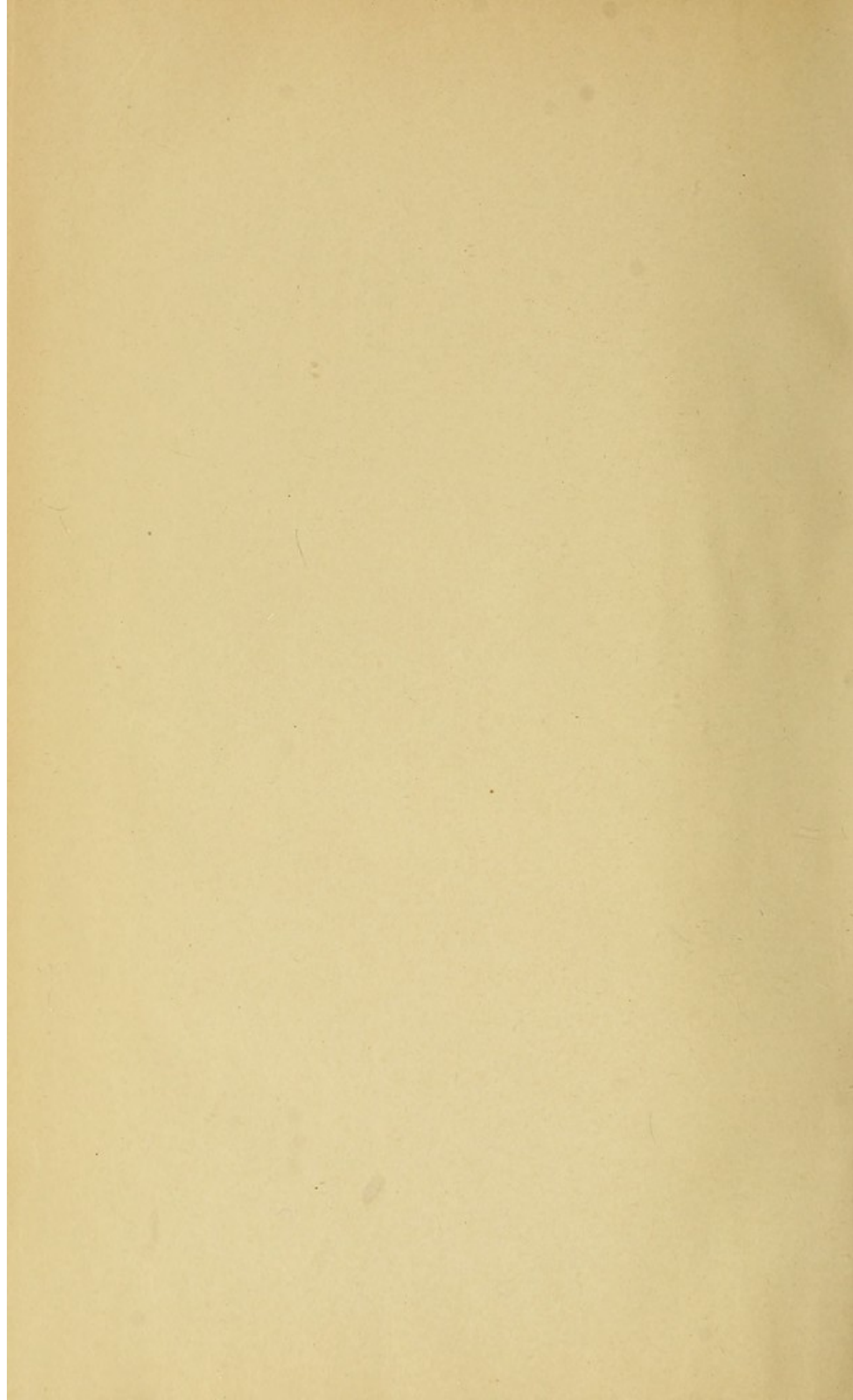




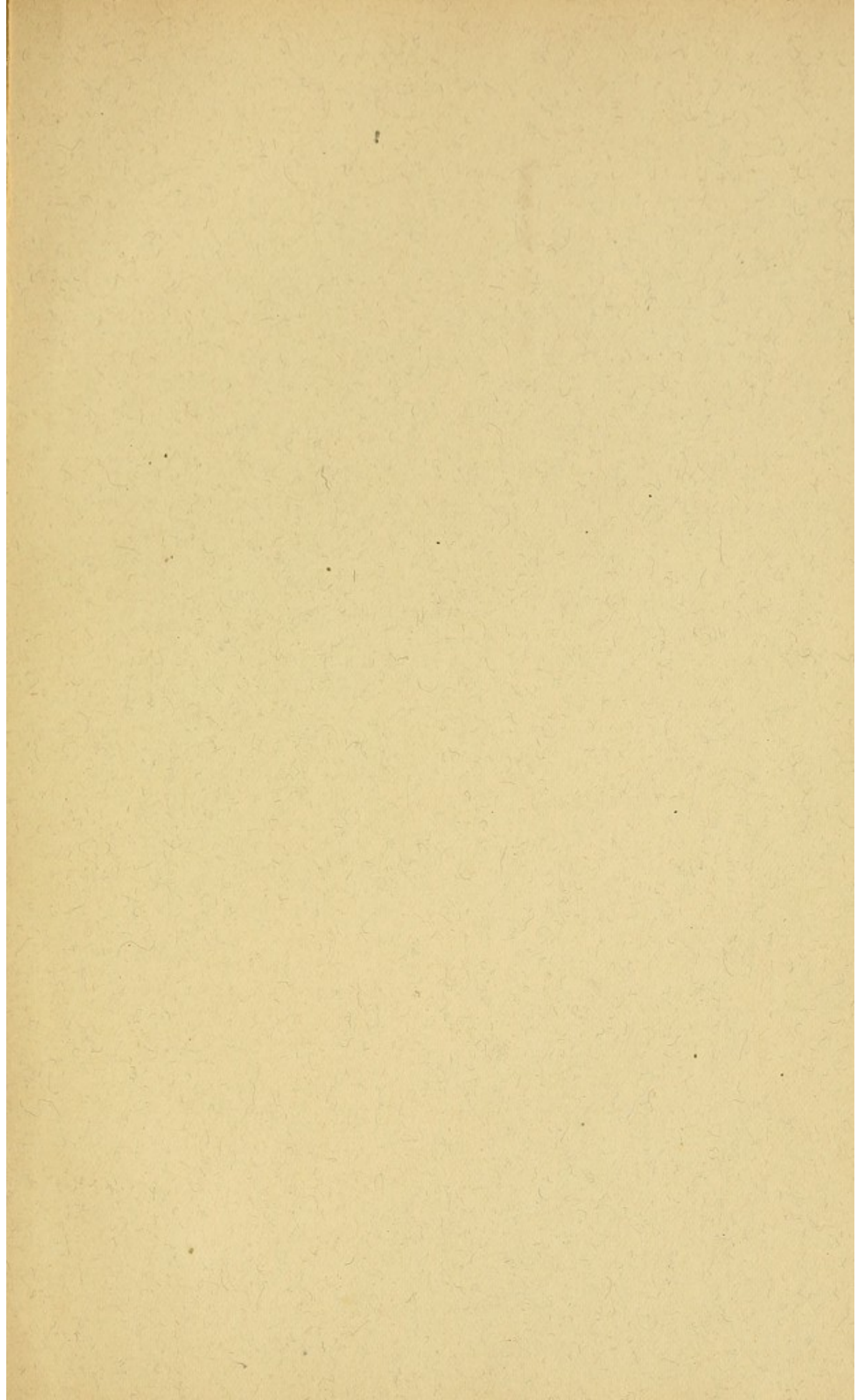




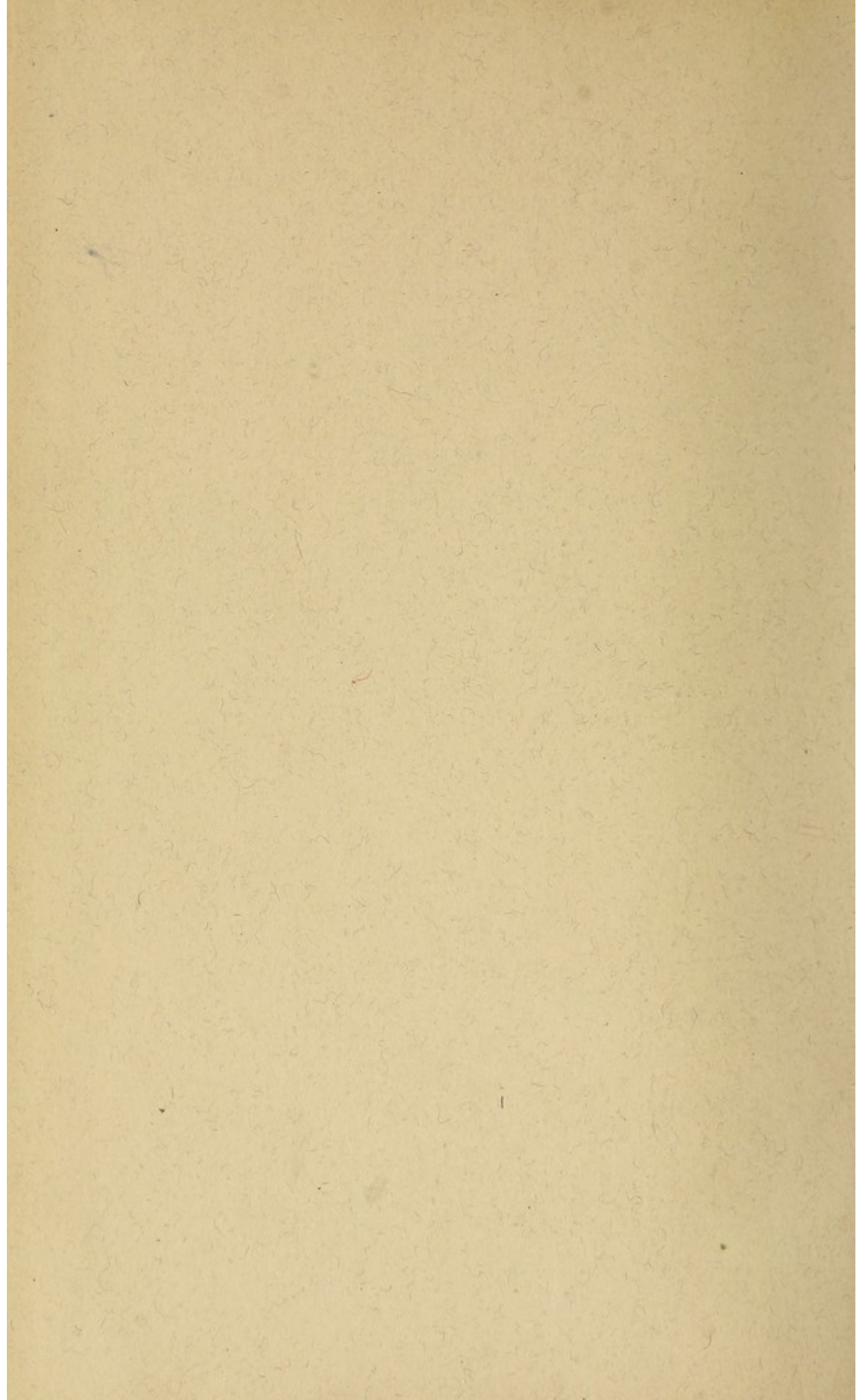














COUNTWAY LIBRARY OF MEDICINE

QP

376

S42



