# MITTHEILUNGEN

AUS

DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK

IN TÜBINGEN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. ALBRECHT NAGEL

ORDENTLICHEM PROFESSOR DER AUGENHEILKUNDE UND VORSTANDE DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

ZWEITES HEFT.



TÜBINGEN, 1880.

VERLAG DER H. LAUPP'SCHEN BUCHHANDLUNG.

# MITTHEILUNGEN

AUS

# DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK

# IN TÜBINGEN.

HERAUSGEGEBEN

VON

**Dr. ALBRECHT NAGEL**

ORDENTLICHEM PROFESSOR DER AUGENHEILKUNDE UND VORSTANDE DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

ZWEITES HEFT.

**Rembold, Dr. S., Ueber Pupillarbewegung und deren Bedeutung bei den Krankheiten des Centralnervensystems.**

TÜBINGEN, 1880.

VERLAG DER H. LAUPP'SCHEN BUCHHANDLUNG.

# MITTHEILUNGEN

AUS

DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK

IN TÜBINGEN.

HERAUSGEGEBEN

VON

**Dr. ALBRECHT NAGEL**

ORDENTLICHEM PROFESSOR DER AUGENHEILKUNDE UND VORSTANDE DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

ZWEITES HEFT.

TÜBINGEN, 1880.

VERLAG DER H. LAUPP'SCHEN BUCHHANDLUNG.

Druck von H. Laupp in Tübingen.

# Inhalt.

# Ueber Pupillarbewegung und deren Bedeutung bei den Krankheiten des Centralnervensystems.

Von

Dr. **Sigmund Rembold.**

Die im Folgenden veröffentlichte Arbeit verdankt ihre Entstehung einer von der medicinischen Fakultät zu Tübingen im Jahre 1875 gestellten Preisfrage: »Welche Veränderungen in der Pupillenweite kommen bei Erkrankungen des Centralnervensystems vor, wie sind dieselben physiologisch zu erklären und diagnostisch zu verwerthen? Auch die Veränderungen der Pupillenweite in den verschiedenen Stadien des Chloroformrausches sind in Betracht zu ziehen und wo möglich auf experimentellem Wege Aufschluss über dieselben zu gewinnen.« Die Beantwortung dieser Frage wurde auf den 1. Mai 1876 der Fakultät überreicht und von dieser als preiswürdig erkannt; ihr erster Theil ist unter dem Titel »über Pupillarbewegung« im Frühjahr 1877 als Inaugural-Dissertation gedruckt worden. Auf die freundliche Aufforderung meines verehrten Lehrers, des Herrn Professor Nagel, dem ich hiermit für die freundliche Förderung dieser Arbeit durch Beschaffung eines erheblichen Theils der Literatur geziemenden Dank ausspreche, veröffentliche ich hiermit die ganze Arbeit im Zusammenhange mit Ausnahme des letzten, dritten Theils, der die Pupillen in der Chloroformnarkose betrifft, da ich das Wesentliche desselben bereits in einem Aufsatze des 1. Heftes dieser Mittheilungen zur Kenntniss gebracht habe.

Im Grossen und Ganzen ist Form und Inhalt der Arbeit geblieben wie im Jahre 1876, manches Unwesentliche gestrichen, einiges Wenige entsprechend den wichtigsten seitdem veröffentlichten Arbeiten geändert, eine Bereicherung durch mehrfache fremde und eigene Beobachtungen erstrebt.

Das wundersame Spiel der Irisbewegung ist der Medicin wohl ebenso lange bekannt gewesen, als sie sich überhaupt mit der Betrachtung des Auges beschäftigt hat, und wirklich hat auch der Vater der Medicin, der von dem Verhalten des Auges auf das Verhalten des ganzen Körpers schliessen lehrte, schon gewusst, dass »αἱ κόραι ἢ σμικρότεραι ἢ εὐρύτεραι.« Auch am Krankenbett ist den Alten die Veränderung der Pupille nicht entgangen, wenn es auch in erster Linie die Beeinträchtigung des Sehens gewesen sein mag, welche zur Entdeckung des »malum, quo pupilla effunditur et dilatatur« (Celsus, de medicina VI. 6. 37) geführt haben mag.

Wie mit so Vielem begnügte man sich aber bei diesen Erscheinungen damit, sie beobachtet zu haben, über das Wie und Warum kümmerte man sich nicht viel. So mag denn wohl schon früher der Stand der Pupille mit zur Diagnostik in Betracht gezogen worden sein, aber wohl kaum anders als von dem Standpunkt aus, dass man ihm für eine besondere Krankheit ein eigenthümliches, aus der Erfahrung bekannt gewordenes Verhalten zuliess.

Das Wiedererwachen der Naturwissenschaften rief auch das Interesse für die Pupillarbewegung wach, und zahlreich schossen Erklärungen und Theorieen auf: Blutbewegung, Contractilität des Zellgewebes, vita propria, Muskelkraft spielten nach einander die Hauptrolle in denselben. Seit der Aufforderung E. H. Webers[1] vollends: »Nostrum igitur est, egregia occasione in oculo nobis oblata multa videndi et observandi, quae alias recondita sunt, uti et uberrimos fructus inde carpere«, hat die Physiologie nicht aufgehört, sich mit diesem Thema zu beschäftigen, und die zahlreichen Untersuchungen und Publikationen der letzten Jahre zeugen ebenso von dem Eifer der erstern, wie von der Wichtigkeit des letztern.

So sehr wir aber dieserhalb der Physiologie zu Dank verpflichtet sind und es wagen dürfen, die Bausteine, die sie uns im grossen Steinbruch der Natur gebrochen, sammelnd und zu

---

1) Programma etc. Summam doctrinae de motu iridis continens Lipsiae 1851.

einem gegliederten Ganzen fügend eine erschöpfende Theorie der Irisbewegung aufzustellen, so stiefmütterlich ist mit diesem Gegenstand die Beobachtung am Krankenbett verfahren. Wenn nun freilich das Bedauernswertheste das ist, dass wir — nichts weniger als selten — in der Casuistik der Krankheiten des Centralnervensystems Krankheitsgeschichten begegnen, in denen der Zustand der Pupille gar nicht erwähnt wird, wo derselbe, ob abnorm oder nicht, der Lage der Sache nach doch von grösster Wichtigkeit gewesen wäre, so ist leider auch in jener Masse von Berichten, die der Pupille gedenken, die Art und Weise, wie das geschieht, so, dass man lange suchen kann, bis man endlich auf eine durchaus exakte und genaue Beobachtung stösst, die uns klare und sichere Schlüsse zu ziehen gestattet. Nicht genug kann daher an dieser Stelle die dringende Bitte ausgesprochen werden, es möge bei geeigneten Fällen auf diese Verhältnisse doch die eingehende Rücksicht genommen werden, welche sie verdienen, und damit für zukünftige Bearbeiter dieser Frage die Schwierigkeiten vermindert werden, die auch Drouin [1]) so lebhaft beklagt.

## 1. Die Bewegungen der Pupille beim gesunden Menschen und Thier, deren Ursachen und Bedingungen.

### A. Anatomische Vorbemerkungen.

Von der Anatomie der Iris soll hier nur kurz das angeführt werden, was zum Verständniss der von ihr ausgeführten Bewegungen von Belang ist. In erster Linie gehört hierher die Structur des Parenchyms der Iris, weil in ihm die Bedingungen ihrer Bewegung in erster Linie vorhanden sein müssen.

---

1) Drouin, de la pupille l'anatomie, physiologie, sémiotique, Paris 1876, sagt: »J'aurais voulu présenter une étude complète des affections de l'axe cérébrospinal, envisagée à ce point de vue; malheureusement je ne pourrai que tracer un cadre, les faits me manqueront pour le remplir, car c'est ici que se fait sentir surtout l'insuffissance des observations recueillies et publiées par divers auteurs, qui négligent toujours de relater le degré d'acuité visuelle, et l'état de la motilité directe ou consensuelle de l'iris, si même ils n'oublient de noter l'état de la pupille.«

Nach allgemein übereinstimmenden Angaben bilden die Blutgefässe den weitaus überwiegenden Bestandtheil desselben. Das zwischen ihnen liegende Bindegewebe ist ganz besonders locker, besteht aus Bindegewebsfibrillen und verästigten Zellen, begleitet in Bündeln die Gefässe und verläuft ausserdem zwischen diesen vorwiegend in radiärer Richtung. Nach Vorn und Hinten zu liegt nach Merkel[1]) eine aus festem Bindegewebe bestehende Platte, welche hinten eine radiäre Anordnung der Fasern zeigt, während die vordere weder ausgeprägt circulären noch radiären Bau besitzt. Die hellen, wellenförmigen Fasern des sogenannten äussern Irisringes, sowie die parallelen, centripetalen des kleinen innern, welche man durch die Cornea sieht, können daher nicht dem Bindegewebe der Iris entsprechen, sondern es sind die Gefässe, die nur desshalb eine so helle, in lichten Augen fast weisse Farbe besitzen, weil ihre äusserst dicken Wandungen das dunkle Blut nicht durchscheinen lassen; ganz besonders dick ist nach Henle die Adventitia, dicker als die beiden andern Häute zusammen.

Die Musculatur der Iris ist noch immer strittig: Uebereinstimmung unter den Anatomen herrscht nur über die Existenz eines Sphinkter, welcher kreisförmig um den Pupillarrand der Iris herumläuft.

Die Existenz eines Dilatator wird den vorliegenden anatomischen Thatsachen nach kaum mehr anzuzweifeln sein. Es war Grünhagens Verdienst, durch fortwährenden Widerspruch neue Untersuchungen angeregt zu haben über die vagen und vielfach sich widersprechenden oder von Thieruntersuchungen stammenden Beschreibungen eines Dilatator, wie sie bei Kölliker[2]) (der Muskel soll in einzelnen dünnen Bündeln zwischen den Gefässen verlaufen), Henle[3]) (beschreibt eine Faserlage an der hintern Fläche), Luschka[4]) (radiäre Faserzüge, die

---

1) Merkel, in Gräfe und Sämisch, Lehrbuch der Augenheilkunde. 1. Bd. 1. Theil. Leipzig 1871.

2) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 1867, § 667.

3) Henle, Handbuch der systemat. Anatomie des Menschen. Bd. II. Seite 635.

4) Luschka, Anatomie des Menschen. III. Bd. II. Abth. S. 416.

den grössern Gefässen adjungirt sind, und dazu noch eine zusammenhängende Lage kurzer heller Spindelkörperchen dicht unter der Pigmentschichte), Hüttenberger, Merkel, Dogiel[1]) u. s. w. sich finden. Entscheidend scheinen mir die Arbeiten von Jeropheef[2]) und die zweite Arbeit von Merkel[3]) zu sein, wo die beiden Autoren übereinstimmend den Dilatator in folgender Weise schildern: Der Muskel ist eine ununterbrochene Fortsetzung der Sphinkterbündel. Sein Anfang besteht aus bogenförmig verflochtenen Büscheln, die theils im Innern des Sphinkter, theils an seiner hintern Oberfläche zwischen ihr und der Pigmentschicht liegen. Diese Bündel vereinigen sich zu einer zusammenhängenden Platte, deren Fasern alle parallel zum Ciliarrand ziehen. 1/2 mm. von seinem Ciliarrand theilt sich der Muskel in einzelne Bündel, welche durch bogenförmiges Umbiegen einen circulären dünnen Muskelplexus bilden. Die Formbestandtheile des Muskels sind 3—4fach geschichtete, mit länglichen Kernen versehene Faserzellen.

Grünhagen hält seine alten Einsprüche auch gegen diese Ergebnisse aufrecht; während er Jeropheef gegenüber noch dessen faktische Angaben in Zweifel zieht und behauptet, man könne die von ihm beschriebene Membran in grossen Strecken aufheben ohne Spur eines Kernes, gibt er den Untersuchungen Merkels gegenüber die Richtigkeit von dessen Beschreibung zu, beharrt aber dennoch auf seiner Behauptung, das Beschriebene sei Bindegewebe, nicht Muskel.

Eine absolut sichere Entscheidung darüber zu treffen, müsste man allerdings den Physiologen überlassen, indem der Nachweis zu führen wäre, dass die Substanz dieser Spindelzellen nicht bloss Elasticität, sondern auch Contractilität besitze. Sollte aber denn wirklich die mikroskopische Anatomie in ihren Forschungen noch nicht so weit gekommen sein, um schon aus den morphologischen Verhältnissen allein die sichere Behauptung,

---

1) s. Iwanoff im Gräfe-Sämisch'schen Buch, 3. Cap. S. 281 ff. Nagels Jahresbericht I. S. 42.

2) Nagels J.B. II. S. 45.

3) Merkel, die Muskulatur der menschlichen Iris. Gratulationsschrift. Rostock 1873.

ob Etwas Muskel sei oder nicht, aufstellen zu können? In der That wäre es seltsam genug, wenn Formelemente, welchen man an andern Orten unbestritten die Funktion von Muskeln anweist, in den Radiärfasern der Iris nur der Aufgabe einer elastischen Membran vorstehen sollten. Ich muss gestehen, dass mir die prächtigen, in's kleinste Detail ausgeführten Abbildungen Merkels zu sehr imponiren, als dass ich an der Existenz von Radiärmuskelfasern in der beschriebenen Weise fernerhin zweifeln möchte. Ob sie nach althergebrachtem Dogma den Namen Dilatator verdienen, ist eine andere Frage, deren Entscheidung an dieser Stelle noch dahingestellt bleiben muss.

Die Nerven der Iris entstammen dem Orbiculus gangliosus des Strahlenrings, welcher durch reichliche Verflechtung der Aeste von den Nervi ciliares longi des Ramus nasociliaris trigemini und den Nn. ciliar. breves vom Ganglion ophthalmicum gebildet wird. In diesem Ciliargeflecht befinden sich Ganglienzellen und knotige Anschwellungen an den Primitivfasern, welche ein rundlich-ovales Körperchen zur Grundlage haben [1]). Von diesem Geflecht aus treten die Nerven zur Iris, theilen sich in ihr dichotomisch, bilden Bogen und dann ein Netzwerk von Nervenästen mittlerer Grösse mit Faseraustausch. Aus diesem Netzwerk gehen dreierlei Arten von Fibrillen hervor: blasse Fasern (Sympathicus?) mit der Richtung zur hintern Fläche, wo sie ein feines Netzwerk bilden, dann markhaltige zur vordern, wo ebenfalls ein dichtes Netz feiner Nervenfasern liegt, und endlich findet sich im Gebiet des Spinkter ein Plexus ungemein zarter Fäden, an welchen sich Knotenpunkte mit deutlichen Kernen bemerkbar machen [2]).

Die Gesammtheit der beschriebenen, die Iris constituirenden Bestandtheile stellt ein weiches, lockeres Gebilde dar, welches nur in der Umgebung der Pupille grössere Festigkeit zeigt. Seine Dehnbarkeit ist nach Arlt [3]), so gross, dass es bis auf die doppelte Dimension und darüber ausgedehnt werden kann.

---

1) H. Müller bei Luschka l. c. S. 412.

2) Arnold, Archiv für pathologische Anatomie, Bd. XXVII, S. 365. Iwanoff l. c. S. 285.

3) Arlt, die Krankheiten des Auges, Prag 1854, II. Bd. V. Buch. S. 26.

Von dem grössten Interesse nun ist es noch, um den physiologischen Zusammenhang der Pupillarerscheinungen mit der Circulation des Blutes einerseits und dem Centralnervensystem andererseits zu würdigen, diejenigen in die Iris eingebetteten Bestandtheile, welche zwischen ihr und dort eine Communikation herstellen, in ihrem Verlauf und Ursprung zu verfolgen, nämlich die Gefässe und die Nerven.

Es ist von Wichtigkeit, zur Notiz zu nehmen, dass die Gefässe der Iris sämmtlich aus der Arteria ophthalmica stammen, indem nicht bloss die Art. ciliar. posticae longae, sondern auch die ciliar. anticae durch die Muskeläste und die Art. lacrymalis mit jener in Zusammenhang stehen. All ihr Blut erhält also die Iris aus dem Gebiete der Carotis interna, und muss dasselbe, ehe es zu ihr gelangt, stets die Schädelhöhle vom foramen caroticum bis zum foramen opticum passiren.

Das venöse Blut der Iris findet seinen Abfluss ebenfalls in die Schädelhöhle. Die Venen münden in die Vasa vorticosa, welche durch die Ciliarvenen zur Vena ophthalmica und dadurch in den Sinus cavernosus (durch die fissura orbitalis superior) ihr Blut entleeren. Die Annahme von Brücke, Sappey u. A., dass ein Theil der Venen in den Schlemm'schen Kanal (daher Circulus venosus iridis genannt) münde, wird von neueren Anatomen bestritten, indem namentlich Luschka[1]) jenen Venenplexus nur als eine Communikationsbahn zwischen den Venen des Ciliarmuskels und denen der Sclerotica ansieht.

Unter den Nerven des Auges interessiren uns in erster Linie diejenigen, welche in der Iris sich verästeln, aus physiologischen Gründen aber auch der Opticus.

Wie wir schon gesehen, entstammen die meisten Nerven der Iris dem Ganglion ciliare, das drei Wurzeln empfängt: Die radix brevis vom Oculomotorius[2]), die radix longa vom Nasociliaris, die radix media vom Plexus caroticus. Die Bestandtheile dieser Wurzeln lösen sich im Knoten zu einem Geflecht

1) l. c. 415.

2) In Ausnahmefällen stammt diese Wurzel vom Nervus abducens. Grant nach Drouin l. c. vergl. auch Weiss in Nagels J. B. VII. S. 159 und Sichel, das. S. 530.

auf, in das vorzugsweise unipolare Ganglienzellen eingestreut sind, deren Ausläufer mit den austretenden Zweigen weiterziehen.

Den Ursprung des Oculomotorius [1]) verlegt das Mikroskop an den Boden des Aquaeductus Sylvii, wobei ausdrücklich nur das hervorgehoben werden soll, dass eine Kreuzung seiner Fasern in der Mittellinie noch nicht nachgewiesen ist.

Für den Trigeminus, welcher neuerdings (von Grünhagen [2]) für die Irisbewegung als aktiv betheiligt in Anspruch genommen worden ist, hat man zwei Ursprungsstellen gefunden: am Boden des IV. Vetrikels und im vordern Vierhügelpaar. Von Wichtigkeit ist die Bildung des Gasserschen Knotens im recessus Meckelii, da dieser nach Luschka zahlreiche unipolare Ganglienzellen enthält, deren Ausläufer sich den ursprünglichen Trigeminusfasern beigesellen.

Der Plexus caroticus sendet zu allen den Nerven, welche den Sinus cavernosus passiren (III., 1. Ast des V., VI.), Verbindungszweige, wie es auch die mediane Wurzel des Ganglion ciliare abgibt. Der plexus carot. internus ist eine unmittelbare Fortsetzung vom obern Ende des Ganglion supremum sympathici. Speciell die zum Auge gehenden Zweige anatomisch zu verfolgen, ist natürlich nicht möglich. Man muss eben annehmen, dass sie mit den andern Fasern ihren Verlauf nehmen, während ihr Ursprung nicht festgestellt werden kann. Anatomischerseits muss nach dieser Richtung hin jede Möglichkeit zugestanden werden und dahin gestellt bleiben, ob diese Fasern aus den Ganglienzellen der Halsknoten oder den Rückenmarksganglien oder der grauen Substanz des Rückenmarks selbst entspringen oder gar auch dieses bloss durchsetzen und noch weiter centralwärts ihren Ursprung nehmen.

Der Opticus entspringt bekanntlich mit zwei Wurzeln aus

---

1) Sehr genaue Angaben über den Ursprung und Verlauf der fraglichen Nerven findet man bei Merkel im Gräfe und Sämisch'chen Sammelwerk S. 134 ff. vgl. auch Flechsig nach Nagel's Jahresbericht VII. S. 86.

2) Ueber das Verhalten isolirter glatter Muskeln bei electrischer Reizung. Von Grünhagen und Samkowy. Pflügers Archiv f. Physiologie, Bd. X, p. 172.

den corpora geniculata, um dann sofort durch Vereinigung der beiden Tractus das Chiasma zu bilden. Es ist in neuester Zeit viel über die Frage: theilweise oder völlige Kreuzung? gestritten worden, und was physiologische und pathologische Beobachtungen wahrscheinlich machten, von bedeutenden Anatomen entschieden in Abrede gezogen worden [1]). Dem gegenüber stehen die entschiedenen Angaben anderer Anatomen, ganz besonders aber die Untersuchungen von Gudden [2]), welcher nach centralen oder peripherischen Opticusdurchschneidungen eine ausgesprochene Atrophie der Nervenfasern im Sinne der Semidecussation nachwies. Ganz unzweifelhaft ist mir die Sache geworden, nachdem ich in Gudden's Klinik im Februar 1878 das Gehirn eines hemiplegischen Irren gesehen habe, worin sich neben anderweitigen Veränderungen auch ein Erweichungsherd im linken Sehhügel mit Zerstörung des Pulvinar und Corpus geniculatum externum fand. Dem entsprach eine totale Degeneration des linken Tractus opticus, während der rechte gesund war, sowie eine theilweise Degeneration beider Nervi optici, welche allerdings den entgegengesetzten, rechten mehr betraf als den linken. Zugleich mit diesem Präparat demonstrirte Gudden damals drei andere von Degeneration eines Nervus opticus beim Menschen und damit verbundener Degeneration beider Tractus. Darnach ist der anatomische Nachweis der Semidecussation beim Menschen unzweifelhaft geliefert. Dass dieselbe ein physiologisches Postulat ist, soll später ausgeführt werden.

## B. Die Physiologie der Irisbewegung.

### 1) Die Erscheinungen bei der Irisbewegung im Allgemeinen.

Wir sehen am gesunden Menschen und Thier unter verschiedenen Bedingungen die Flächenausdehnung der Pupille einem steten Wechsel unterworfen, verbunden mit einer, nur in umgekehrtem Sinne stattfindenden Grössenveränderung der Iris.

---

1) Biesiadecki in J. Moleschott, Untersuchungen zur Naturgeschichte des Menschen und der Thiere, Bd. VIII, S. 156. In neuester Zeit: Mandelstamm und wiederholt Michel, cfr. Nagels J. B. IV. S. 58 ff.

2) Archiv für Ophthalmologie, Bd. XX, 2. S. 249.

Bei genauer Betrachtung überzeugen wir uns, dass die Bewegung der letztern angehört, indem sich ihr Gewebe bald retrahirt, bald wieder gegen den Mittelpunkt des Sehlochs vorschiebt; die Verkleinerung betrifft dabei nicht etwas bloss ihr Pupillarende, sondern auch den äussern Ring, indem man sieht, wie bei der Pupillarcontraction die darin befindlichen Gefässe aus ihrem geschlängelten Verlauf in eine mehr gerade Richtung gebracht werden.

Was die Iris durch ihre Contraction an Flächenausdehnung verliert, mag sie in geringen Graden vielleicht an Dicke gewinnen, in den höchsten Fällen kann das keinesfalls als möglich zugestanden werden. Es sei die mittlere normale Dicke der Iris 0,3 mm. = d, der Radius derselben d. h. der Radius vom Mittelpunkt der Pupille bis zum ligamentum pectinatum 6,5 mm. = R, der Pupillenradius bei mittlerer Pupillarweite 2 mm. = r, der Pupillenradius bei stark erweiterter Pupille 5,5 mm. = $r_1$, so kann man ausrechnen wie dick in letzterm Falle die Iris werden müsste, wenn bei der durch die Pupillenerweiterung bedingten Flächenänderung keine Veränderung ihres Gesammtrauminhaltes eintreten würde. Für diese Dicke ($d_1$) ergiebt sich der Ausdruck: $d_1 = \frac{d\ (R^2 - r^2)}{R^2 - r_1{}^2}$. Darnach würde die Ausdehnung in die Tiefe von Vorn nach Hinten nicht weniger als 0,956 mm. betragen, also einer Zunahme um mehr als das Dreifache entsprechen; und doch sehen wir, so weit das Augenmass hinreicht, und solche Unterschiede würde auch dieses sicherlich erkennen, eher das Gegentheil einer solch beträchtlichen Dickenzunahme, selbst bei voller Mydriase.

Die Excursionsbreite der Pupillenbewegung ist grossen individuellen Schwankungen unterworfen, ebenso wie die Schnelligkeit derselben. Sie beruhen zum Theil auf Veränderungen im Gewebe der Iris, wie bei der Verringerung der Pupillarexcursion nach Schnelligkeit und Ausdehnung im höhern Alter, oder auf Accomodationsanomalieen, oder auch auf angebornen individuellen Eigenthümlichkeiten, wie z. B. Menge des Pigments, Empfindlichkeit der Netzhaut u. s. w. Die höchsten Grade der Pupillenenge (Myosis) und Weite (Mydriasis) beob-

achtet man nur unter krankhaften oder künstlich gesetzten Bedingungen, ebenso auch eine auffallende Trägheit der Bewegung.

### 2) Innervationsbahnen für die Irisbewegung.

#### a) Oculomotorius und Opticus.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Contraction des Sphinkter es ist, welche die Pupille enger macht, und es ist auch leicht einzusehen warum. Denkt man sich den Muskel zu einer geraden Linie umgebogen, so wird seine Contraction eine Verkürzung dieser Linie bedingen, d. h. eine Verkleinerung der Kreisperipherie und damit eine Verkleinerung des Kreisinhalts. Der direkte Beweis, dass eine solche Verkürzung in gerader Linie stattfindet, ist von Samkowy[1]) und Grünhagen am ausgeschnittenen Sphinkter erbracht worden, obwohl es eines solchen angesichts der vorliegenden Thatsachen kaum bedurft hätte.

Die Contraction des Sphinkter ist abhängig vom Nervus oculomotorius: Reizung des Oculomotorius bedingt Verengerung der Pupille, und zwar bleibt diese die gleiche, gleichviel, ob der Nerv mit dem Gehirn in Zusammenhang bleibt oder von ihm vorher getrennt ist[2]), ein Beweis dafür, dass der Oculomotorius nicht als sogenannter excitirender Nerv wirkt d. h. so, dass centripetal laufende Fasern im Centralnervensystem einen auf anderem Wege der Iris übermittelten Reflex auslösen, sondern dass seine Wirkung auf den Sphinkter eine direkte ist. Die Beobachtung selbst wurde schon von Magendie im Jahre 1825 gemacht und seitdem von einer Reihe von Forschern wiederholt[3]). Während einiger Zeit aber wurde das

---

1) Ueber das Verhalten isolirter glatter Muskeln bei elektrischer Reizung. Von A. Grünhagen und Samkowy. Pflügers Archiv 1875. Bd. X. S. 165 ff. — Ueber den Einfluss verschiedener Temperaturgrade auf die physiologischen Eigenschaften der Nerven und Muskeln. Dissertation von H. Samkowy, Berlin 1875.

2) Budge l. c. S. 82.

3) Eine ziemliche Reihe zählt Budge auf, l. c. S. 87. Der neueste Beobachter dieser Thatsache, Georg Bessau, die Pupillenenge im Schlafe und bei Rückenmarkskrankheiten, Diss. Königsberg 1879, S. 37, will den Sphinkterkrampf nach gleichzeitiger Durchschneidung des Opticus und

Faktum entschieden in Abrede gezogen: so bezweifelt z. B. E. H. Weber[1]) die Angabe Valentins, dass beim Kaninchen bei Durchschneidung des Oculomotorius im selben Augenblick heftige Verengerung der Pupille eintrete, und meint, seine Versuche seien »caute iteranda«; er selbst fand bei Reizung des III. Nerven allmählige (sensim sensimque) Erweiterung[2]). Budge[3]) hat den Nachweis geliefert, dass bei diesen Versuchen immer der hart am III. verlaufende V. Hirnnerv mitgereizt worden war, und dass dieser Fasern des Sympathicus mit sich führt, welche bei den meisten Thieren nach dem Tode ihre Reizbarkeit länger behalten, als die des Oculomotorius. Man muss daher den Versuch sofort nach dem Tode machen, wo der Oculomotorius mit seiner vollen Reizbarkeit auch sein Uebergewicht über den Sympathicus noch besitzt[4]) oder einige Tage vor Tödtung des Thieres den Sympathicus durchschneiden, um vor einer Nebenwirkung, die nach der darauf folgenden fettigen Degeneration natürlich nicht mehr möglich ist (Nasse und Waller), sicher zu sein. Nach solchen Vorbereitungen ist es Budge gelungen, einen absolut sichern Beweis für die Wirkung des dritten Hirnnerven zu erbringen.

Spätere Versuche haben nachgewiesen, das bestimmte Theile des Oculomotorius die Bewegung bestimmter begrenzter Theile des Sphinkter auslösen; schon Budge[5]) fand, dass, wenn man die Drähte eines galvanischen Apparats nahe nebeneinander an eine kleine Stelle des obern oder untern Pupillarrands der Iris setzt, sich diese Stelle zusammenzieht und die Pupille verzogen wird. Hensen und Völckers[6]) haben bei Reizung einzelner

---

Trigeminus auf Reizung des letsteren bei seiner Durchschneidung zurückführen. Warum denn nicht den näher liegenden Opticus in Anspruch nehmen?

1) l. c. S. 26.

2) l. c. S. 25.

3) l. c. S. 85.

4) Wie in dem Falle von Budge und Waller an einem Enthaupteten (l. c. S. 83) und von Nuhn (citirt von Donders, Anomalien der Refraction und Accomodation des Auges 1866. Deutsche Originalausgabe von Becker. S. 487).

5) l. c. S. 88.

6) Hensen und Völkers, Experimentaluntersuchungen über den Mechanismus der Accomodation.

Ciliarnerven Sphinktercontraction auf der entsprechenden Seite erzeugt, so dass die Pupille birnförmig verzogen erschien.

Durchschneidung des Oculomotorius, welche seinen Einfluss auf die Peripherie aufhebt, bewirkt selbstverständlich Erweiterung der Pupille, ebenso Exstirpation des Ganglion ciliare [1]), da dieses (wenigstens beim Menschen, bei mehreren Thieren, z. B. Katze, Meerschweinchen wird es bestritten) alle vom III. zur Iris gehenden Fasern in sich aufnimmt. Die neuesten diesbezüglichen Experimente hat Adamük [2]) gemacht, welcher bei Durchschneidung des Oculomotorius jedesmal eine Drehung des Auges nach Aussen und Unten, sowie etwas Exophthalmos und starke Erweiterung der Pupille beobachtete. Wurde der periphere Stumpf im Schädel gereizt, so sank das Auge etwas ein, die Cornea schaute nach Innen und etwas nach Unten, die Pupille verengte sich stark, während nach vorheriger Durchschneidung des Musc. rectus internus zwar die Pupille sich verengte, die Drehung aber nicht mehr vorzugsweise nach Innen, sondern mehr nach Unten statthatte. Derselbe hat auch gefunden, dass möglichst begrenzte Reizung des Oculomotoriuscentrums am Boden des Aquaeductus Sylvii die gewöhnliche Wirkung auf die Bewegung des Auges hervorruft (und zwar beiderseitig, wesshalb er hier eine anatomische Verbindung vermuthet, vergl. die anatom. Vorbemerkungen), aber ohne die Verengerung der Pupille.

Jedoch nicht allein der III. Hirnnerv ist von Einfluss auf die Contraction der Pupille, sondern, wie das physiologische Experiment zeigt, auch der II. Der erste Versuch dieser Art wurde von H. Mayo an Tauben im Jahre 1823 [3]) angestellt und ist seitdem von verschiedenen Forschern [4]) in verschiedenen Modificationen auch an Säugethieren wiederholt worden. Es stellt sich dabei heraus, dass nach Durchschneidung des Opticus

---

1) Lehrbuch der Ophthalmologie von C. G. Th. Rüte, II. Aufl. 1. Bd. S. 323.

2) Centralblatt für die medicin. Wissenschaften VIII. Jahrgang 1870, Nr. 12. S. 177. zur Physiologie des Oculomotorius von D. E. Adamük.

3) cfr. E. H. Weber l. c. 26, Budge l. c. 92.

4) Flourens, Hartwig, Longet, Budge etc.

bei Reizung des centralen Endes die Pupil
rend Reizung des peripheren keine Bew
Der Effekt bleibt auch im ersten Fall au
den Oculomotorius durchschnitten hat.
dass Reizung eines Opticus die Pupille be
ebenso Budge (am Kaninchen). Nachde
dass der dem II. mitgetheilte Reiz sei
nehme, um irgendwo im Gehirn auf die
motorius überzugehen, suchte man die bet
tiren. Flourens[1]) fand, dass bei Re
neben Bewegungen der Augen stets auch
pillen auftrete, und schloss daraus, dass
suchte Ort der Reizübertragung seien. Se
stätigung durch die Experimente von Lo
welche nach Abtragung der Grosshirnhe
hügel (am Kaninchen) den Opticus galvan
engerung beider Pupillen auftreten sahe
die Vierhügel exstirpirt waren, hörte die

In neuester Zeit sind diese Angabe
centrums in den Vierhügeln in Zweifel gezo
hat zuerst einen solchen laut werden lassen,
auch den Grund jener irrthümlichen Ang
lieferte den Nachweis, dass Verletzunge
hügel (am Kaninchen) bei Schonung der
baren Sehnerven keinerlei Veränderung in
Pupille auf Lichtreiz hervorbringen. Er
die Beobachtungen von Budge, Flour
wohl deshalb unrichtige Resultate gelief
muthlich gleichzeitig Verletzung des am
sehr schwer zu vermeidenden Sehnerven
Das oben citirte Experiment Budges w

---

Exstirpation der Vierhügel, sondern einer Durch
Opticus gleichkommen.

Doch hatte bereits Budge[1]) keineswegs d
der Vierhügel für das Reflexcentrum vom Opticu
lomotorius in Anspruch genommen, sondern
innern Seite des vordern Vierhügelpaars lokal
nach Zerstörung des äussern Theils das Licht, v
action auslöste. Der Einwurf Knolls, dass
störung des innern Theils der Vierhügel wohl ei
Verletzung des Sehnervenstammes die Unbeweglı
pille verursacht habe, ist von jenem dadurch sc
widerlegt worden, dass bei dem betreffenden
Sehvermögen nicht aufgehoben war, also kei
Trennung der Tractus optici stattgefunden hatte
ter Beweis gegen die Funktion der Vierhügel al
im angeführten Sinne kann daher aus den Vers
noch nicht abgeleitet werden.

Einen weitern Beweis, dass die Vierhügel, r
ihrer Substanz wenigstens, auch bei Verengeru
nicht bloss bei Erweiterung (Näheres hierüber
sind, geben die Versuche Adamüks[2]), welche
Bewegung der Augen von beiden Vierhügeln ger
wird und zwar so, dass der linke die Bewegung
der rechte die nach Links beherrscht. Werden
Hügel gegen die Mittellinie hin gereizt, so erf
nach Oben, die um so mehr in eine Convergenzl
geht, je weiter nach Hinten in der Mittellinie
cirt wird, bis schliesslich bei Reizung des hinter
der vordern Hügel starke Convergenz mit Neigu
stattfindet, noch stärker ist dies am Boden d
Sylvii. Jede Bewegung der Augen nach Innen
von Verengerung der Pupille begleitet. Adam
in Uebereinstimmung mit Budge ein Vereng

für den Sphinkter pupillae im innern hint
der vordern Vierhügel. —

Es wurde oben der Beobachtung v
Budge gedacht, dass Reizung eines Sehne
Verengerung beider Pupillen bedinge, w
gleich [1]) fand, dass nach Zerstörung des i
keine Erblindung, wohl aber völliges Aus
reaction auf Licht eintrat, jedoch nur a
gegengesetzten Seite. Es würde das einma
oder doch wenigstens für ein gemeinsa
pillarbewegung sprechen, während der z
für ein Getrenntsein desselben und Unabl
larbewegung der einen Seite von der d
ist. Das will nicht recht stimmen, und
wirklich gezeigt, dass beim Kaninchen ein
zung der Opticusfasern im Chiasma statt
lich der Nervus opticus durchschnitten, s
reaction auf Licht im Auge derselben S
der Tractus opticus durchschnitten, so
Erscheinung am entgegengesetzten Auge,
der operirten Seite Nichts Abnormes ze
schliessen, einmal, dass beim Kaninchen e
der Sehnervenfasern im Chiasma stattfind
späterhin auf dem Wege zum Oculomotor
selbst oder jenseits desselben in diesem N
eine Kreuzung der Fasern und zwar ebenf
vorhanden sein muss. Alles das gilt aber
nicht vom Menschen, und gerade dieser
scheint, wie später auszuführen, im Ve
nungen am Auge als ein Beweis, dass
Kaninchen und Mensch andere sind, und
vielen Säugethieren nicht eine völlige, so
weise Kreuzung der Sehnervenfasern, stattf

auch die Versuche Adamüks'[1]), welcher an Hunden experimentirte und dabei stets gleichzeitige und gl Erscheinungen an beiden Pupillen beobachtete auss Durchschnitten in der Mittellinie oder einseitige toriusdurchschneiduug, so dass also die letztern T falls nicht dieselben anatomischen Bedingungen lief Kaninchen, sondern ähnliche wie der Mensch.

b) Trigeminus.

Die Wirkung des Quintus auf die Irisbewegu nicht ganz klar, es existiren zahlreiche, aber keine einstimmende Untersuchungen hierüber. Währen der Experimentatoren jede Wirkung desselben auf leugnet [2]), nehmen andere an, dass er als zweiter N active Verengerung der Pupille fungire [3]), sei es Wirkung auf den Sphinkter, oder, indem er activ tirende Fasern führe. Eine dritte Reihe von Beoba ihm nur reflektorische Bedeutung zu [4]), eine vierte klärt seine Wirkung dadurch, dass sich ihm ent vom Sympathicus oder vom Ganglion Gasseri her weiternde Fasern beimischen [5]).

---

1) Centralblatt 1870, S. 179.

2) Weber l. c. citirt Mayo: »Nervo trigemino in cranio iridis immutatus mansit« und fügt an: »Probatur hoc retinae neque motum iridis a nervo V. dependere. «Schöle Beiträge zur Kenntniss der Irisbewegung. Dissert. Dorpa findet ebenfalls bei Reizung des Quintus oberhalb des Ga keine Pupillarbewegung. Longet findet es ebenfalls nich und Katzen.

3) Aubert bei Gräfe und Sämisch, II. Bd. S. 456. Carion, die Ophthalmologie. Erlangen 1855. II. Bd. S. 13. Bud Grünhagen, Pflügers Archiv Bd. X. S. 173.

4) Rüte l. c. S. 328. Donders, die Anomalieen der R

Dass Einwirkung auf den Trigem
Ganglion Gasseri von Wirkung auf
feststehend betrachtet werden und dah
widerlegt gelten. Schon Magendie
dass beim Kaninchen nach Quintusdur
die Pupille sich sehr stark contrahirt
an drei Stellen durchschnitten: vor u
Gasseri und in der medulla oblongata
dung des halben Marks in der Höhe
In jedem Falle wird die Pupille eng, e
wieder, jedoch mit dem Unterschied, d
hinter dem Ganglion und der Medull
rascher erfolgt, als im ersten Falle; di
allen drei Fällen in gleicher Weise, nä
also ganz anders, wie bei Oculomotoriu
tritt auch ein, wenn vorher der Oculo
war, Reflex auf diesen ist daher ausges

Im Widerspruch mit Budge hat
funden, dass bei Durchschneidung des T
Verengerung zu beobachten sei, wäh
dass Durchschneidung des N. ophthalm
der Pupille hervorrufe, von verschieden
So fand Valentin[4]) beim Kaninche
engerung auf Stecknadelkopfgrösse, nac
Reizung des Ganglion Gasseri die Pu
dessen Durchschneidung sich verengert.
fand bei Durchschneidung des Ophthal
mit unveränderter Bewegung auf Lichte
neuroparalytischer Entzündung erweite

1) Budge l. c. S. 93.
2) l. c. 97 ff.
3) C. Bl. 1864. p. 598.

dass sie der andern gleich war. Ebenso fand Ber
die Pupille bei Trigeminusdurchschneidung sich auc
engte, wenn vorher der Oculomotorius durchschn
gleichermassen durchschnitt er den Opticus und alle
Nerven, hierauf erst den Ophthalmicus — dassell
endlich durchschnitt er vorher den Sympathicus (
des Ganglion supremum), um durch die in Fra
Operation auch wieder eine weitere Verengerung
hervorzurufen, nur in geringerem Grade als in
Fällen. Donders und Brondgeest[1]) macht
einschlägige Experimente: Durchschneidung des Gan
sowie des N. ophthalm. Willisii bedingt dauernde
der Pupille mit längerm Verticaldurchmesser (Kaninc
einigen Stunden verringert sich die Contraction, v
aber nicht ganz, wenn am Auge Reizerscheinunge
und die Irisgefässe sich dabei stark ausdehnen. S
Auges soll selbst bei völliger Anästhesie Erweiterun
gen. Wird gleichzeitig Rechts der Sympathicus,
Quintus durchschnitten, so ist die Verengerung Li
wie Rechts. Reizung des Sympathicus brachte in e
von Fällen (7 von 11, von den 7 hatten aber nur 3 d
lichkeit im Ophthalmicusgebiet ganz verloren) n
schneidung des V. Erweiterung der Pupille hervor,
geringer wie sonst. Calabar macht nach dem Experi
Atropin Mydriasis, aber nicht stark.

Ehe wir uns an eine Erklärung dieser Erschei
Experimente wagen, sei noch angeführt, dass Ve
am Menschen bei Reizung von Trigeminuszweigen
der Pupillen beobachtet haben wollen, während A
Eckhardt[3]) bei Reizungen der Conjunctiva und
orbitalnerven stets einen negativen Erfolg hatten.
Trigeminus selbst am Thier bringt, wenn nur N

Ganz entgegengesetzte Angaben b
zung von Quintusästen finden sich be
der wörtlich sagt: »Quand on pince
région quelconque du corps depuis
jusqu'à une branche du trijumeau il y
mouvement réflexe sur les deux yeux
par une dilatation de la pupille.« Au
mit dieser Angabe überein, indem er
instrument quelconque la conjonctive c
née et on voit à l'instant une dilatati
duire, et si l'irritation continue, il y a

Ich babe in zahlreichen an mir se
gestellten Versuchen die Angaben Ber
vollständig bestätigt gefunden. Reizt
Cornea durch kurze Berührung mit ir
so konnte ich constant eine momenta
pille beobachten, welche aber sofort wie
derselben gefolgt war [3]). Die Selbstb
am Spiegel theils auf entoptischem W
bei beiden Beobachtungsweisen dasselbe
dass jede Reizung der Trigeminusend
engerndes Moment abgebe, beruhen w
Erweiterung sehr rasch eine Verengeru
deren Eintritt jene leicht übersehen
starker oder langdauernder Reizung d
pille vorkommt, ist durch diese Versuc
da es sich bei ihnen um momentane
Peripherie handelt; auf die Erklärung
wir zurückkommen.

Fassen wir kurz die Resultate der
logie über die vorliegende Frage zus
1) Nach Durchschneidung des N. opht

sam; nach einiger Zeit wird sie wieder weit, aber
der Norm.

2) Nach Durchschneidung des Trigemiuus zwis
und Ganglion Gasseri oder in der Medulla oblo
seinem Austritt aus den corpora restiformia tritt ebe
same Verengerung ein, die aber bald wieder vergel

3) Gleichzeitige Durchschneidung des Oculom
ändert die Erscheinungen nicht.

4) Bei folgender Reizung des Sympathicus erfo
weiterung, aber nicht so stark wie sonst.

5) Nach vorhergehender Durchschneidung des
erfolgt eine weitere, aber nicht bedeutende Veren
gleichzeitiger Durchschneidung des Sympathicus u
seitiger des Ophthalmicus ist die Pupille auf der do
ten Seite enger als auf der nur einseitig operirten.

6) Momentane Reizung peripherer Quintusäste
mentane Pupillenerweiterung.

7) Starke galvanische Reizung des Trigeminuss
wie fortgesetzte seiner peripheren Ausbreitung ruf
rung der Pupille hervor.

Daraus ergibt sich einmal, dass die nach Durc
des V. auftretende Verengerung nicht als Reizsymp
Weise aufgefasst werden kann, dass dieselbe auf ref
Wege einen Contractionsimpuls von Seite des O
auf den Spinkter auslösen würde. Dagegen spri
periment, wie die Art und Weise der Contraction.

Zugleich ergibt sich daraus, dass die Ansicht
minus bewirke active Verengerung der Pupille, sei
durch, dass er, wie Grünhagen will, einen bes
tractionszustand des Sphinkter hervorzurufen im Sta
dass er ein vasomotorischer Nerv in der Weise wä
active Dilatation der Gefässe hervorrufe, sich mi

engerung nach Trigeminusdurchschneid
sicht so wenig wie die andere erklären

Jedenfalls kann als sicher hingestel
tusfasern, deren Durchschneidung von
der Pupille sind, nicht in der ganzen Lä
sind: im Stamm selbst befinden sich
vorübergehende Myose verursachen, we
keit gesetzt sind, im Ophthalmicus kom
deren Durchschneidung eine dauernde
hervorruft. Aus diesen verschiedenen
wir berechtigt, auf verschiedene Fun
Nervenfaserarten zu schliessen und zw
wir den einen eine constante, direkte
tation der Pupille zuschreiben, welche
selben aufhört und so zu constanter Pu
während für die zweite Art von Fasern
Einwirkung auf die Iris in Anspruch g
da dann keine restitutio ad integrum
sich vielmehr denken, dass durch di
in diesen Fasern ein Weg aufgehobe
gehende Reize, ausgehend von den ver
ständen der peripherischen Enden des
schem Wege auf die Erweiterungsner
und dadurch Dilatation in verschieden
Ist nun der Weg für diese Reizzustän
(wie bei Opticusdurchschneidung Mydri
flexreiz), so hier Myosis auf: diese ist
weil, wie wir später sehen werden, eb
allein zur Hervorrufung reflektorische
befähigt ist. Dass auch nach Exstirp
vom Sympathicus durch Quintusdurch
Verengerung hervorgerufen wird, sprich

sern unterstützen. Ganz entschieden für diese Erkläru
die oben genannten Beobachtungen am Lebenden, so
später zu erörternde Verhältnisse, durch welche a
dem Aufgestelltem in scheinbarem Widerspruch s
bente Punkt seine Erledigung finden wird.

Dass die erstgenannten direkt wirkenden Faser
ter Wahrscheinlichkeit direkt vom Sympathicus ko
leicht, wie aus dem eben Gesagten zu schliessen, th
Gasser'schen Knoten entstammen, ergibt sich aus d
schen Thatsachen und aus der gleich zu erörternd
des Sympathicus in Bezug auf die Iris. Dass Reizu
tern auch nach Durchschneidung des Ophthalmicus
noch verengt, beweist nur, dass eben nicht alle
diesem Nerven sich beigesellen, sondern theils mit
motorius theils direkt durch die Hyrtl'sche Wurzel (ra
sive media) zum Ganglion ciliare treten.

### c) Sympathicus.

Es ist das berühmte Experiment Pourfour
welches auf den Zusammenhang von Sympathicus u
bewegung aufmerksam gemacht hat: Durchschneidu
pathischen Grenzstrangs am Halse bedingt dauer
rung der Pupille. Seitdem ist dasselbe unzählige M
holt und bestätigt, sowie mit Hinzufügen ande
auftretender Erscheinungen bereichert worden. V
sah in Gemeinschaft mit Rüte[2]) bei Durchschne
Erweiterung, dann aber nach einer Minute Vere
Pupille eintreten und zwar anfangs mehrmals wied
stärkte, endlich bleibende Contraction. Diese bleibt
Vereinigung des durchschnittenen Nerven vermiede
nate und Jahre lang. Biffi[3]) machte zuerst das (
ment der Reizung und fand, besonders bei Reizung

supremum selbst, starke Erweiterung der Pupille. Budge[1]) fand die Erweiterung auf Reizung mit dem Dubois-Reymondschen Apparat schon nach 1/4 Sekunde eintreten, deren Maximum in 1,5—3 Sek. erreicht war. Die Stärke der Erweiterung war von der Stärke des Reizes[2]) und vom Thiere abhängig (Frösche und Kaninchen gering, Hunde beträchtlich). Auch am Menschen ist die Erscheinung bei Reizung des Sympathicus gleich nach dem Tode nachgewiesen worden[3]). Eulenburg und Schmidt[4]) fanden bei percutaner Galvanisation des Sympathicus (Anode auf's Manubrium sterni, Kathode hinterm Unterkieferwinkel) beim Kettenschluss sehr geringe Dilatation, während der Galvanisation Enge der Pupille, bei Oeffnung des Kettenschlusses trat bald Verengerung bald Erweiterung auf. Diese Erscheinungen entsprechen ganz dem physiologischen Experiment am präparirten Nerven: Schluss der Kette des constanten absteigenden Stroms bedingt stets Reizung des Nerven[5]), während der Strom durchgeht, ist absolute Ruhe des von dem Nerven versorgten Muskels, die Oeffnung des Stroms bedingt je nach seiner Stärke Ruhe oder Zuckung; auf unsern Fall übertragen bedeutet das: Reizung des Sympathicus am Lebenden durch Schluss des constanten Stroms bedingt Erweiterung der Pupille, völlige Unthätigkeit desselben, Lähmung d. h. Verengerung, die Oeffnung des Stroms wirkt bald reizend bald indifferent.

Durch das Experiment am blossgelegten Nerven von Thieren hat man gefunden, dass die Wirkung der Sympathicusreizung oder -Durchschneidung auf die Pupille keineswegs die gleiche ist, je nachdem dieselbe an verschiedenen Orten vorgenommen wird. Biffi (s. o.) fand, dass Reizung des obersten Hals-

---

1) l. c. 89 ff. vergl. auch Landois u. Mosler, Centralbl. 1868. p. 513, Fischer, Dt. Archiv f. klin. Med. XVII. p. 1.

2) Vergl. hierüber die interessanten, aber nicht hierher gehörigen Angaben Budges l. c. 90 ff.

3) Wagner nach einem Citat bei Eulenburg und Guttmann, die Pathologie des Sympathicus. Berlin 1873 S. 45 und Eckhardt l. c. S. 293.

4) l. c. S. 61.

5) cfr. Vierordt l. c. 102—103.

ganglions stärkere Erweiterung hervorbringt, als wenn sich dieselbe auf den unter diesem liegenden Theil des Grenzstrangs erstrecke. Budge[1]) und Waller fanden, dass, wenn der Sympathicus durchschnitten war, schon nach 5—6 Tagen Reizung der Nerven keine Erweiterung mehr auszulösen im Stande war, diese Reizlosigkeit jedoch nicht weiter als bis zum Ganglion supremum ging; Reizung dieses Knotens sowohl als solche der Carotiszweige des Grenzstrangs waren noch von Wirkung. Diese letztere Wirkung dauerte noch nach einem Jahre fort: Der Grenzstrang selbst reagirte nicht auf elektrischen Reiz, wohl aber traten die Pupillarerscheinungen ein bei Reizung des obersten Cervicalknotens. Donders hat nachgewiesen, dass aus dem obersten Cervicalganglion mehr Fasern austreten, als es von Unten empfängt. Budge und Waller haben bewiesen, dass nach Trennung des Grenzstrangs seine Fasern nach Oben zu degeneriren, was Donders bestätigt, jedoch mit dem Anfügen, dass bei Durchschneidung unter dem fraglichen Ganglion in diesem selbst und in den von ihm ausgehenden Bündeln keinerlei degenerative Veränderung eintrete. Ist es aber exstirpirt, so degeneriren auch die von ihm ausgehenden Bündel, Reizung vom Gasser'schen Ganglion aus jedoch und am Bulbus selbst ist noch im Sinne der Sympathicusreizung wirksam.

Aus der Summe dieser Experimente ergibt sich, dass im Grenzstrang des Sympathicus noch nicht alle pupillenerweiternden Fasern enthalten sind, sondern, dass zu diesen im Ganglion supremum sowohl, wie im Gangl. Gasseri (vgl. ob.), vielleicht auch im Gangl. cil. und im intraocularen Gangliensystem eine Summe weiterer Fasern sich zugesellt, deren Kraftquelle in den betreffenden Ganglien zu suchen ist[2]).

Aber auch die ursprünglichen oculopupillären Fasern des Grenzstranges am Halse sind nicht sein eigen, sondern sie

---

1) l. c. 124.

2) Damit stimmen überein die Befunde Bessau's l. c., der gleichfalls constatirt, dass ausser vom Halssympathicus noch andere dilatirende Nervenfasern zur Iris gelangen.

entspringen dem Rückenmark. Es ist Budges[1]) Verdienst, das nachgewiesen zu haben: durchschnitt er das Rückenmark unter dem 5. Halswirbel und reizte dann das untere Ende, so dass der elektrische Strom durch beide Hälften ging, so erweiterten sich beide Pupillen, gerade wie bei Reizung des Sympathicus; schneidet man beide Hälften des Rückenmarks in der Mitte auseinander, isolirt sie (durch einen Nichtleiter, Glas etc.) und galvanisirt jeden Theil für sich, so erweitert sich bloss die Pupille der entsprechenden Seite; ist vorher ein Sympathic. durchschnitten, so erweitert sich nur die der nicht operirten Seite. Dieselbe Wirkung erreicht man an jeder Stelle des Rückenmarks zwischen 6. Hals- und 4. Brustwirbel.

Um auch das Verhalten der Spinalganglien und Spinalnerven zu prüfen, wurden die beiden Nervenwurzeln vom 7. oder 8. Hals- oder 1. bis 2. Brustnerven isolirt und galvanisirt, worauf Erweiterung der Pupille eintrat, ebenso wie bei blosser Reizung der Vorderwurzeln, während von den hintern Wurzeln aus nur eine geringe, vorübergehende Wirkung ausgelöst wird, die bei Trennung derselben vom Rückenmark ganz ausbleibt.

Das Endresultat dieser Versuche ist, dass der Halssympathicus seine auf die Pupille wirksamen Fasern durch die Vorderwurzeln vom 7. und 8. Hals- resp. 1. und 2. Brustnerven empfängt. Budge hat durch eine Anzahl weiterer Versuche (an Fröschen und Kaninchen) nachzuweisen gesucht, dass in den Vordersträngen und namentlich in den Mittelsträngen des Rückenmarks vom 6. Halswirbel bis zum 4. Brustwirbel die Quelle der Kraft zu suchen sei, welche als Dilatation der Pupille in Erscheinung tritt, und der er den Namen Centrum ciliospinale beilegt.

Salkowski[2]) hat in Uebereinstimmung mit Budge gefunden, dass, wenn man vom 3. Brustwirbel an aufwärts das Rückenmark an einer beliebigen Stelle durchschneidet, sich die Pupille verengt und zwar nur auf der Seite, auf welcher die

---

1) l. c. 108 ff.

2) Centralblatt 1867 Nr. 31. S. 487.

betreffende Seitenhälfte der Medulla operirt ist; der entsprechende entgegengesetzte Erfolg tritt nach Reiz der unter der Durchschneidungsstelle gelegenen Partie ein. Dagegen bestreitet er, dass hier wirklich das Centrum für die fraglichen Bewegungen sei. Bekanntlich tritt bei mit Curare vergifteten Kaninchen Erweiterung der Pupille auf und zwar nach Thiry[1]), weil in Folge der sistirten Athmung das Blut mit Kohlensäure überladen wird, welches auf das pupillendilatirende Centrum als Reiz wirkt[2]). Diese Pupillendilatation bleibt aus, wenn man bei curarisirten Kaninchen das Halsmark durchtrennt, selbst wenn diese Operation ganz hoch zwischen Atlas und Hinterhaupt gemacht wird. Das Centrum ciliospinale kann somit nicht an der von Budge angegebenen Stelle sein[3]).

Knoll[4]) fand bei Reizung der vordern Vierhügel Erweiterung der Pupille, bei einseitiger Reizung reagirte auch die gegenseitige Pupille, aber schwächer als die gleichseitige. Um zu beweisen, dass wirklich der Sympathicus die Bahn für diesen von den Vierhügeln ausgehenden Reiz sei, wurde jener vorher durchschnitten, worauf bei Reizung auf der dem durchschnittenen Sympathicus entsprechenden Seite die Reaction der Iris ausblieb und nur auf der entgegengesetzten Seite auftrat.

Daraus schliesst Knoll, dass in den Vierhügeln pupillenerweiternde Fasern verlaufen, welche in demselben sich theilweise kreuzen, lässt es aber dahingestellt, ob nicht auch von anderer Seite her dem Sympath. solche Fasern zugeführt werden.

Mit den Befunden Knolls stimmen auch die im oben citirten Aufsatz von Adamük gefundenen Erscheinungen. Während er durch Reizung des hintern und untern innern

---

1) Centralblatt 1864. Nr. 46.

2) Vgl. auch die Versuche Schiff's mit Strychnin, Nagels J.B. II. S. 135, und die von Beenen, N. J.B. IV. S. 129.

3) Abweichend davon hat Luchsinger nach Gysi (Beiträge zur Physiologie der Iris, Diss. Bern 1879) an der Katze unter den hier genannten Bedingungen deutliche Erweiterung der Pupille constatirt, woraus er folgert, dass unterhalb der Medulla oblongata dilatirende Centren der Iris existiren.

4) l. c.

Theils der vordern Vierhügel Verengerung der Pupille erzielte, so erfolgte bei Reizung in der Mitte zwischen den beiden Vierhügeln nicht so weit nach Hinten, wie dort, Bewegung der Augen nach Oben mit Erweiterung der Pupille. Die Erscheinungen traten stets doppelseitig auf, nur wenn durch eine tiefe Incision beide Vierhügel getrennt wurden, beschränkten sie sich auf die gereizte Seite. Reizung der hintern Hügel, besonders in der Mitte ergibt sehr starke Bewegungen des narkotisirten Thieres mit sehr grosser Erweiterung der Pupille und sehr schreckhaftem Ausdrucke der parallel stehenden Augen.

Aus dem bisher Gesagten lässt sich Folgendes feststellen: im Sympath. verläuft eine Reihe von Fasern, welche durch ihre Einwirkung Dilatation der Pupille hervorrufen; wenn aber die Leitung in ihnen unterbrochen wird, tritt Myosis ein. Ihren Ursprung nehmen sie theils im Sympath. selbst (Gangl. suprem.), theils auch im Gangl. Gasseri, vielleicht auch im Gangl. cil. und dem intraocularen Gangliensystem; ein grosser Theil davon aber entstammt jedenfalls dem cerebrospinalen Nervensymstem, welches sie durch die vordern Wurzeln des 7. bis 10. Spinalnerven verlassen, um sich durch die rami communicantes dem Grenzstrang am Halse beizugesellen und in diesem aufwärts zu gelangen. Im Rückenmark verlaufen sie ebenfalls nach Oben, einer oder mehreren Centralstellen zu, von welchen höchst wahrscheinlich eine in den vordern Vierhügeln (mittlerer oberer Theil) gefunden ist, während möglicherweise auch von den hintern Vierhügeln ähnliche Fasern ausgehen [1]). An noch unbestimmter Stelle stehen sie wahrscheinlich mit Fasern der Hinterwurzeln so in Beziehung, dass sie von diesen aus auf dem Wege des Reflexes in Reizzustand versetzt werden und so ebenfalls Pupillendilatation erzeugen können.

In welcher Weise die sympathischen Fasern wirken, ist eine viel umstrittene, neuerdings wieder ganz besonders ventilirte Frage, zu deren Beantwortung noch eine Menge von Daten und Beobachtungen mit in Rechnung gezogen werden muss.

---

1) vielleicht auch von der grauen Substanz des Rückenmarks, Luchsinger.

Vor Allem sind hier aufzuführen die zahlreichen anderweitigen Erscheinungen, welche mit der Sympathicusreizung, resp. dessen Durchschneidung einhergehen.

Schon Petit hatte diese begleitenden Symptome bei seinem Experiment beobachtet, aber man hatte sie im Laufe der Zeit über der eclatanteren Pupillarerscheinung vernachlässigt. Erst nachdem Claude Bernard[1]) zuerst wieder die Aufmerksamkeit darauf gelenkt hatte, dass zu gleicher Zeit mit jener constant Erscheinungen von Lähmung, resp. Reizung an der Muskulatur der entsprechenden Hals- und Kopfgefässe auftreten, und dass damit in Folge des erhöhten Blutzuflusses eine erhöhte Wärme auf derselben Kopfseite wahrzunehmen sei, häuften sich die einschlägigen Beobachtungen und Experimente wieder mehr und mehr. Bernard selbst fand ausser den genannten Gefäss- und Temperaturerscheinungen noch Abplattung der Cornea, Enge der Pupille, Röthung der Conjunctiva, Retraction des Bulbus (letzteres sind 3 Symptome, die bereits Petit angegeben hatte) nach der Durchschneidung des Halsgrenzstrangs, bei dessen Reizung hingegen erweiterte sich die Lidspalte, die Cornea wölbte sich, der ganze Bulbus trat weiter nach Vorn und die Temperatur derselben Seite sank.

Nach Salkowski[2]) ist im ersten Falle neben der Blutüberfüllung in der betreffenden Kopfhälfte eine meist ganz deutliche Gefässerweiterung in der Iris zu constatiren, während Reizung des Grenzstrangs neben der Pupillenerweiterung immer zu einer starken Verengerung nicht bloss der Gefässe des Kopfes, sondern auch derjenigen der Iris führt. Die letztern contrahiren sich bei Sympathicusreizung auch dann sehr stark, wenn sie vorher unter der Einwirkung von Digitalis oder durch Entleerung des humor aqueus sehr ausgedehnt waren oder wenn durch Calabar der Spinkter in Krampf versetzt war und die Dilatation der Pupille verhinderte[3]). Auch im Stromgebiet der Choroidea und Retina sind entsprechende Erscheinungen zu

1) Claude Bernard, de l'influence du système nerveux grand sympathique sur la chaleur animale. Comptes rendus XXXIV. 1852. S. 472.

2) l. c.

3) Donders l. c. 489.

Tage getreten. Adamük[1]) fand bei Reizung des Sympathicus durch die ophthalmoskopische Untersuchung Verengerung der Arterien und Füllung der Venen, Sinitzin nach Exstirpation des obersten Halsganglions unmittelbar darauf vermehrte Injection der Gefässe des entsprechenden Augenhintergrunds: »es erwies sich, dass die Choroidalgefässe an Volumen zugenommen hatten, dass deren Anastomosen viel deutlicher zum Vorschein kamen, und dass im Allgemeinen der Hintergrund des Auges bedeutend röther wird, als an der entgegengesetzten Seite. Die Temperatur des Auges an der operirten Seite ist gestiegen, im Conjunctivalsack und unter der Tenonischen Kapsel steigt die Temperaturdifferenz im Vergleich zur nicht operirten Seite von 0,9 bis 2,4° C.« Bestätigt werden diese Beobachtungen von Schöler[2]), welcher bei Durchschneidung des Halssympathicus neben Enge des betreffenden Sehlochs, Temperaturerhöhung desselben Ohrs und Einsinken des Bulbus Erweiterung der Retinalarterien beobachtete.

Allein nicht bloss die Gefässe der Kopfhaut und des Gesichtes (was bei Bernard unter Kopf zu verstehen ist), sondern auch die des Schädelinhalts unterliegen, wie Donders nachgewiesen hat, demselben Einfluss Seitens des Sympathicus. Er überzeugte sich, dass bei Reizung des Halsgrenzstrangs die Gefässe der pia mater sich contrahiren, womit die Angabe Gettwarts[3]) übereinstimmt, dass das gesammte Gebiet der Carotiden vom Sympathicus innervirt werde, während die Vertebralis ihre Innervation vom Rückenmark her erhalte.

Damit im Einklang steht die Einwirkung auf die Herzthätigkeit, welche nach Durchschneidung des Halssympathicus in der Regel etwas verlangsamt, bei Reizung desselben etwas beschleunigt wird. Während Bezold[4]) hierin lediglich die

---

1) Centralblatt 1867 Nr. 28. Zur Lehre vom Einfluss des Sympathicus auf den innern Augendruck.

2) Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Irisbewegung. Dissert. Dorpat 1869.

3) Gettwart, vasomotorische Nerven der Kopfgefässe. Diss. Königsberg 1874.

4) cfr. Vierordt l. c. 127.

Folge einer direkten Wirkung auf das Herz sieht, haben andere (Ludwig und Thiry[1]) die Behauptung aufgestellt, dass die Steigerung der Frequenz der Herzthätigkeit grösstentheils auf die vasomotorischen Wirkungen des Sympathicus zurückzuführen sei, indem bei gesteigertem Tonus der Gefässe der Blutdruck in denselben wachse und dadurch das Herz zu grösseren Kraftanstrengungen gezwungen werde, um diesen überwinden zu können. Bezold selbst hat späterhin eingeräumt, dass dieser Umstand wenigstens theilweise von Wirkung auf die Herzbewegung sei. Jedenfalls ist es erlaubt, wenigstens zum Theil diese Veränderung in der Herzthätigkeit mit in unsere Ergebnisse der Sympathicusdurchschneidung einzubeziehen als weiteres Beweismittel, dass im Gebiete des Halses und Kopfes der Blutdruck und der Gefässtonus vom Sympathicus abhängig ist.

Es lag nahe, die Erscheinungen am Auge und an den Gefässen, welche durch eine und dieselbe centrale Ursache hervorgerufen wurden, nunmehr auch auf eine und dieselbe durch jene ausgelöste peripherische Wirkung zurückzuführen: man hatte die Abhängigkeit der Gefässfüllung in der Iris vom Sympathicus erkannt und suchte nun die unter demselben Einfluss stehenden Bewegungen des Sehlochs auf eben diese Veränderung in den Gefässen zurückzuführen. Eine Reihe von Versuchen wurden zur Beweisführung hiefür angestellt.

Das älteste dieser Experimente ist das von Brown-Séquard, welcher beim Aufhängen von Thieren an den Hinterbeinen Verengerung der Pupille eintreten sah; zu gleicher Zeit trat bei diesem Experiment Retraction des Auges in die Orbita ein, ebenso verengte sich die Lidspalte. Kussmaul[2]) fand bei starken arteriellen Blutentziehungen am Halse sofortige Pupillenerweiterung ohne vorherige Verengerung, als Nebenerscheinung traten sofort heftige Convulsionen ein, worauf in Bälde der Tod des Versuchsthiers erfolgte. Wurde dagegen der Stromlauf in den äussern Jugularvenen gehemmt, so trat

1) Nach Eulenburg und Guttmann l. c. 119.

2) Untersuchungen über den Einfluss, welchen die Blutströmung auf die Bewegungen der Iris und anderer Theile des Kopfes ausübt. Diss. Würzburg 1855. S. 25 ff.

der Augapfel prall vor, die Lidspalte erweiterte sich, während sich die Pupille verengte; bei einem weissen Kaninchen konnte diese Verengerung rasch hintereinander des Oeftern beobachtet werden, so oft die Jugularvenen comprimirt wurden oder der Blutstrom seinen freien Lauf nehmen konnte; die Unterschiede im Durchmesser des Sehlochs betrugen $^1/_2$—1 mm., die Iris schien sich zu wölben und etwas nach Vorwärts zu treten (bei der Verengerung). Bei einem schwarzen Kaninchen vermochte Kussmaul eine stärkere Verengerung hervorzubringen, als er sie je vorher unter Einwirkung des stärksten Lichts hatte beobachten können. Wurde der Ablauf des venösen Bluts wieder hergestellt, so trat der Bulbus allmälich zurück, die Lidspalte verengte sich, während die Pupille wieder weiter wurde.

Wurde die Jugularis externa dauernd unterbunden, so zeigte sich neben 10tägiger Hyperämie der Conjunctiva vom 4.—7. Tag Verengerung der Pupille.

Durch diese Experimente glaubte man auch auf mechanischem Wege hergestellt, was der Sympathicus durch seine Innervation, resp. das Ausbleiben derselben bewirken sollte. Beim Aufhängen eines Thieres an den Beinen kommt eine grössere Menge Blutes in den Kopftheil seines Gefässsystems, also auch in das der Iris, und man beobachtet daher eine Verengung des Sehlochs, hervorgerufen durch die stärkere Füllung der zahlreichen Irisgefässe und dadurch bedingte Volumszunahme des Gewebes. Das Gleiche kommt zu Stande bei den Versuchen Kussmaul's, wo Hemmung des venösen Abflusses Erscheinungen am Auge auslöst, wie wir sie bei Sympathicusdurchschneidung sehen, während arterielle Blutentziehungen am Halse die Wirkung der Sympathicusreizung vor Augen führen.

Eine grosse Anzahl anderer Versuche aber spricht dagegen, dass die Bewegungen der Iris, welche vom Sympathicus abhängig sind, auf der verschiedenen Gefässfüllung oder wenigstens auf ihr allein beruhen. So hat in erster Linie Claude Bernard die falsche Ansicht von Budge, Waller, Salkowski u. a. widerlegt, welche dahin ging, dass auch im Rückenmark die vasomotorischen und ciliospinalen Fasern des Grenzstrangs einen gemeinsamen Ursprung besitzen. Es ist

richtig, dass beide Arten von Fasern im Halstheil des Rückenmarks nach Oben verlaufen, wie Budge's Experiment erweist [1]), welcher bei Trennung des Rückenmarks ausser den Pupillarerscheinungen Wärmezunahme am Kopf, Vortreten des dritten Lids und Einsinken des Bulbus wahrnahm. Aber Claude Bernard hat gezeigt [2]), dass sie das Rückenmark auf verschiedenem Wege verlassen: »Wenn man im Vertebralkanal oder im Zwischenwirbelloch die zwei ersten thoracischen Rückenmarksnerven durchtrennt, während der Grenzstrang des Sympathicus völlig intact bleibt, so erhält man nicht bloss die Verengerung der Pupille, sondern auch den ganzen Complex von Erscheinungen, welche von Seite des Auges die Durchschneidung des Halssympathicus anzeigen. Man sieht am Kopfe weder vaskuläre noch thermische Erscheinungen, wenn solche auftreten, so sind sie nur vorübergehend und könnten vielleicht als Resultat einer Reflexaktion zu deuten sein.« Der zweite von ihm aufgestellte Satz lautet: »Wenn man den aufsteigenden Theil des Sympathicus zwischen der zweiten und dritten Rippe an der Seite der Wirbelsäule durchschneidet, so erhält man alle Erscheinungen an den Gefässen und der Temperatur der entsprechenden Kopfseite, aber keine Wirkung auf die Augen.«

An diese topographische Trennung der beiden Arten von Fasern, der vasomotorischen und der oculopupillaren, wie sie Bernard nunmehr gemäss dem erweiterten Begriff genannt wissen will, schliesst sich an, dass ihre Wirkung, wie Arlt jun. [3]) und Donders lehren, auch zeitlich von einander getrennt sind: die Gefässcontraction bei Reizung vasomotorischer Nerven ist ein trägerer Vorgang als die Pupillendilatation.

Dazu kommt, dass man das Eine beobachten kann, während das Andere fehlt: Donders [4]) sah auf Reizung des

1) l. c. 118 ff.

2) Des phénomènes oculopupillaires produits par la section du nerf sympathique cervical, ils sont indépendents des phénomènes vasculaires calorifiques de la tête. Comptes rendus 1862. Tome LV. p. 382 ff.

3) Nagels J.B. I. S. 165.

4) l. c. 489.

Sympathicus zwar die Gefässe der Iris sich contrahiren, aber in Begleitung dieser Contraction kaum eine Erweiterung der Pupille eintreten, wenn er durch Calabar einen Krampf des Sphinkter hervorgerufen hatte. Umgekehrt ist es eine bereits alte Erfahrung, dass man Dilatation der Pupille durch Sympathicusreizung auslösen kann, wenn bereits alle Blutcirculation aufgehört hat und somit keine Blutbewegung mehr vorhanden ist, die Contraction der Gefässe also keine die Iris entleerende und dadurch die Pupille erweiternde Bedeutung besitzt.

Dagegen sind die Erscheinungen am Auge, an den Pupillen nämlich, den Lidern und der Bewegung des ganzen Bulbus niemals von einander zu trennen. Wollte man daher, der Einfachheit halber die Erscheinungen an der Pupille durch die Einwirkung auf die Gefässe erklären, so müsste man eine Erklärung im gleichen Sinne auch für diese comitirenden Erscheinungen auffinden. Bernard führt ausserdem eine ganze Reihe von Gründen auf, welche ausser dem bereits Genannten einen Unterschied zwischen den Erscheinungen am Auge und zwischen den vasomotorischen feststellen sollen: »Die Reflexaktionen des Auges, sagt er, können durch Reizung eines beliebigen sensitiven Nerven an der ganzen Körperoberfläche hervorgerufen werden. Wenn die oculopupillaren Fasern nur auf einer Seite noch intakt sind, so zeigen sich die Reflexerscheinuugen nur am gesunden Auge, auf welcher Körperseite man auch den Reiz applicirt; dies beweist, dass die Reflexerscheinungen am Auge immer beiderseits, also am entgegengesetzten Auge in gekreuzter Weise auftreten. Das bildet einen scharfen Gegensatz zu den vasomotorischen Reflexerscheinungen, welche begrenzt sind und sich nicht über eine bestimmte Schranke hinaus erstrecken. Die vasomotorischen Reflexe sind nie gekreuzt: zwickt man das Ohr eines Thieres, so sieht man nach einer energischen Contraction der Gefässe dieses Ohrs dasselbe sehr warm und durch stärkere Gefässfüllung geröthet werden, während das Ohr der andern Seite immerfort den gleichen Zustand gibt. Endlich ist die reflektorische Gefässdilatation immer dadurch charakterisirt, dass ihr eine vorübergehende Contraction vorhergeht.«

Auf Grund aller dieser Erwägungen neigt sich die Mehrzahl der Ansichten dahin, dass die Erweiterung der Pupille nicht eine Erscheinung der vasomotorischen Innervation des Auges, sondern reine Muskelwirkung des von den Anatomen gefundenen Antagonisten des Sphinkter sei; man fühlt sich um so mehr zu dieser Ansicht berechtigt, als man in der Entdeckung H. Müllers auch für die begleitenden Erscheinungen des Exophthalmus und der Erweiterung der Lidspalte muskuläre Kräfte in Anspruch zu nehmen guten Grund bekommen hat. Nur Grünhagen traut den anatomischen Darstellungen des Dilatator nicht genug Sicherheit zu und beschränkt sich darauf, für die Dilitationsbewegung die Elasticität des Irisgewebes allein in Anspruch zu nehmen.

Trotz alledem ist man genöthigt, eine passive sowohl als eine active Betheiligung der Blutgefässe an der Bewegung der Iris, der Dilatation sowohl wie der Contraction der Pupille anzunehmen.

1) Sowohl die Contraction als die Dilatation der Pupille sind ohne einen wechselnden Blutgehalt der Iris nicht zu erklären, und es gibt Erscheinungen, welche positiv einen solchen gleichsam demonstriren.

Wir haben schon früher dargethan, dass die Iris bei ihrer Retraction ad maximum keineswegs an Dicke gewinnt, was sie an Fläche verliert. Das einzige Substrat des Irisparenchyms, welches bei Erweiterung der Pupille vom mittleren Stand zur Mydriasis eine Abnahme des Volumens erleiden kann, ist der sich contrahirende Muskel, der Dilatator, da sich bei jeder Verkürzung eines Muskels sein Dickerwerden mit der Abnahme seiner Längsausdehnung nicht deckt, sondern eine geringe Abnahme seines Volumens eintritt. Wenn man aber das Bischen Volumen bedenkt, das dieser Muskel an und für sich besitzt, so muss die durch seine Contraction bedingte Volumsabnahme noch unendlich viel geringer sein, so gering, dass sie für das Ausbleiben der sonst nothwendigen Dickenzunahme der Iris um 0,6 mm. nimmermehr zur Erklärung genügen kann. Irgend wohin aber muss der verloren gegangene Körperinhalt gekommen sein, und was ist natürlicher, als denjenigen Be-

standtheil des Gewebes, der überall der veränderlichste und beweglichste ist, das Blut, hiefür verantwortlich zu machen. Man braucht ja noch nicht an eine vasomotorische Erscheinung zu denken, jede mechanische Compression, welche das Gewebe der Iris trifft, ist bei deren Blutreichthum im Stande, einen Theil dieses Bestandtheiles zu entleeren.

Dass mechanische Compression der Iris wirklich Erweiterung der Pupille d. h. Verkleinerung des Rauminhalts der Iris bedinge, zeigt das Glaukom, bei welchem sehr häufig Erweiterung der Pupille, in manchen Fällen in so hohem Grade eintritt, dass man kaum mehr einen Saum der Regenbogenhaut wahrzunehmen vermag. Man hat versucht, diese Erscheinung als Folge einer Lähmung der Oculomotoriusfasern während ihres intraocularen Verlaufes aufzufassen, eine solche würde aber doch nur eine mittlere Mydriasis bedingen können, und muss denn nicht gleichzeitig aus demselben Grunde eine paralytische Myosis durch Drucklähmung der intraocularen Sympathicusfasern eintreten? Umgekehrt hat man zur Erklärung der glaucomatösen Mydriasis den Sympathicus herangezogen und eine Reizung seiner intraocularen Fasern supponirt, eine Annahme, welche wiederum ohne gleichzeitige Reizung der in den Ciliarnerven gleichzeitig mit jenen verlaufenden Oculomotoriusfasern [1]) nicht gedacht werden kann. Nach Adamüks [2]) Untersuchungen würde ein solcher Zustand eher Myose hervorrufen müssen.

Debouzy [3]) hat diese Wirkung des Glaukoms experi-

---

1) Hensen und Völkers l. c.

2) Adamük, Centralblatt 1870 S. 178: »Wenn der III. zu gleicher Zeit mit dem Sympath. gereizt wird, so bleibt die Pupille in mittlerer Weite, und nur wenig enger, als die der andern Seite. Bei schwacher Reizung kann man eine Neigung zur Dilatation beobachten, bei starker aber tritt entschieden ein Ueberwiegen des Oculomotorius ein. Die Verengung der Pupille in diesem letztern Fall ist immer geringer, als bei Reizung des Oculomot. allein.«

3) l. c. p. 24. Kugel, über den Einfluss des Krystallkörpers auf die Spannung der Regenbogenhaut, Archiv f. Ophth. XVI. 1. S. 328. hat an ausgeschnittenen Augen durch Injectionen in den Glaskörperraum eine Erweiterung der Pupille nicht hervorgebracht, dagegen sah er bei Ab-

mentell nachgeahmt: er machte am todten Hunde die Punktion der vordern Kammer und fand dabei eine Verengerung der Pupille nur, wenn er vorher sehr viel Wasser in die Carotis injicirt hatte; injicirte er nun in das Auge Flüssigkeit, so dilatirte sich die Pupille allmälig bis zum höchsten Grad.

Das Gegenstück zu diesem Experiment bildet die Herabsetzung des Drucks in der vordern Kammer, wie wir sie zu therapeutischen Zwecken durch deren Punktion ja oft genug im allerhöchsten Grade herbeiführen. Jeder Ophthalmologe kennt die dabei sofort sich einstellende Verengerung der Pupille; wenn das Kammerwasser abfliesst, so entsteht auf der Aussenfläche der Iris eine Druckverminderung, welche durch Aspiration von Blut und dadurch bedingte Volumszunahme ausgeglichen werden muss.

Die Elasticität des Irisgewebes spielt sicherlich bei der Contraction der Iris eine grosse Rolle, aber seinen anatomischen Eigenschaften nach hiesse es doch wohl zu viel von ihr verlangen, wenn man ihr eine solche Elasticitätsgrösse zuschreiben wollte, als sie bei starker Contraction des Spinkter zu entwickeln gezwungen wäre. Die Contraction des Spinkter wirkt auf die Aussenwand der Gefässe ebenso wie die Punktion der vordern Kammer, er vermindert den extravasculären Druck, welcher durch gesteigerten intravasculären ausgeglichen werden muss, und so wird die Elasticität der Gefässwandungen, welche jedenfalls eine grössere ist, als die des intervaskulären Bindegewebes auch entsprechend mehr in Anspruch genommen.

In gleicher Weise, wie hier, wirkt in den Experimenten von Kussmaul und Brown-Séquard der vermehrte Blutzufluss, nur dass in dem einen Falle derselbe bedingt ist durch Verminderung des extravasculären, im andern durch Vermehrung des intravasculären Drucks, welche durch Vergrösserung des gesammten Blutinhalts bedingt ist [1]). In beiden Fällen erleiden

---

fluss geringer Menge von Glaskörper die Pupille sich verengen, was er durch die mangelnde Spannung Seitens der Linse erklären will.

1) Debouzy l. c. S. 52 ff. hat an sich selbst Brown-Séquard's Experiment nachgemacht: er legte sich auf ein planum inclinatum, den Kopf nach abwärts und beobachtete dabei eine, wenn auch unbedeutende

die Gefässhäute eine Dehnung, in beiden streben diese, in ihren normalen Spannungsgrad zurückzukehren, und thun dies auch, sobald die Kraft, diese Bestrebung auszuführen, grösser geworden ist, als der intravasculäre Druck oder der extravaskuläre Zug. Die Folge dieser Rückkehr zur normalen Spannung ist die Erweiterung der Pupille.

Dass Vermehrung des intravasculären Drucks, resp. vermehrte Fällung der Irisgefässe wirklich Verengerung der Pupille hervorrufe, hat in direktester Weise Mosso[1]) nachgewiesen, indem er diese durch Injection von Flüssigkeiten in die Gefässe des Auges hervorrief, auch wenn die Irritabilität der Muskeln längs erloschen war. Derselbe hat aus Kautschukröhren einen die Iris imitirenden Apparat konstruirt, an welchem die Abhängigkeit der Pupillengrösse von der Gefässfüllung demonstrirt werden kann.

Den direkten Beweis dafür, dass diese Vorgänge in der That auch im Leben stattfinden, liefert die Beobachtung O. Beckers[2]), welcher an menschlichen Albinos bei Erweiterung der Pupillen stets ein Anschwellen, bei Verengerung stets ein Abschwellen der Strahlenfortsätze fand. Für die Erklärung dieser Erscheinungen ist unmöglich Etwas Anderes anzuführen, als eben das, dass zu gleicher Zeit, wo die Pupille sich erweitert, die reichen Blutadernetze der Strahlenfortsätze sich stärker füllen und wieder leerer werden, wenn sich jene contrahirt. Damit ist der Beweis geliefert, dass bei Erweiterung der Pupille ein Theil des im Irisstromgebiet enthaltenen Blutes in die Gefässe der Strahlenfortsätze ausweicht, während bei der Contraction durch verminderten Blutzufluss von der Iris oder sogar durch Rückströmen in die Iris eine Entleerung derselben bedingt wird.

2) Es muss aber auch zugestanden werden, dass der Blut-

---

Verengerung der Pupille. Ganz besonders aber überraschte ihn die dabei auftretende Verengerung der Lidspalte.

1) A. Mosso, dui movimenti idraulici dell' iride e sull' azione dei mezzi cho servano a dilatare ed a restringere la pupilla. Accademia di medicina di Torino. 1875. Nach Drouin l. c. p. 140 ff.

2) Nach Stellwag l. c. 62.

gehalt der Iris, soweit er von der vasomotorischen Innervation abhängig ist, seine Wirkung auf die Pupille geltend macht. Es steht fest, dass während der Erweiterung der Pupille durch Reizung des Sympathicus zu gleicher Zeit auch die Gefässe derselben sich contrahiren [1]). Durch diese Thatsache verliert Bernard's Experiment seine Beweiskraft: es beweist nicht, dass die vasomotorischen Innervationsbahnen des Kopfes topographisch getrennt sind von den sogenannten oculopupillaren, sondern nur dass die vasomotorischen Bahnen für das Gesicht und die Hüllen des Schädels einerseits und die des Binnenstromgebiets des Auges [2]) plus denjenigen, welche die übrigen Erscheinungen am Auge hervorrufen andererseits, auf verschiedenen Wegen zum Halssympathicus treten. Zudem sind die Angaben Bernard's ungenau genug: er spricht nur von den »Phänomenen am Auge« im Gegensatz zu den »vaskulären und thermischen am Kopfe«; gehören zu jenen nicht die Röthung der Conjunctiva, die Hypersecretion der Thränendrüse, der verminderte Binnendruck des Auges? Andererseits spricht er bei den vaskulären Erscheinungen bloss von denjenigen des Kopfes, der Kopf ist aber ein grosses Ding und, was wir von ihm sehen, nur seine Umhüllung. Mit Recht vermuthet Debouzy, dass Bernard durch sein Experiment nicht die Trennung zwischen den vasomotorischen Bahnen des Kopfes und den oculopupillaren Fasern, sondern zwischen den vasomotorischen Nervenwegen, welche zur Carotis externa, und jenen, welche zur Carotis interna führen, aufgefunden hat. Debouzy suchte seine Vermuthung direkt zu beweisen, indem er die Temperatur der Hemisphäre nach einseitiger Durchschneidung der zwei ersten Dorsalnervenwurzeln zu bestimmen suchte: das Ergeb-

---

1) Donders l. c. 21: »Da es mir gelungen ist, am weissen Kaninchen nachzuweisen, dass die Blutgefässe der Iris bei Reizung des Halssympathicus enger werden, während die Pupille sich erweitert, so finde ich keine Veranlassung, noch einen besonderen Dilatator anzunehmen.« Sonderbar ist, dass dieser Gelehrte im gleichen Werk dann doch »zu den Radiärfasern seine Zuflucht nehmen muss«, ohne seine citirte Beobachtung widerrufen zu haben. p. 489.

2) S. ob. über die Einwirkung auf den Blutgehalt des Augengrundes.

niss seiner nur geringen Anzahl von Versuchen war ein rein negatives und ist weder nach der einen noch nach der andern Seite hin von entscheidendem Einfluss. Trotzdem hat seine Vermuthung Manches für sich, jedenfalls ist das Gegentheil nicht bewiesen.

Wenn Bernard meint, die Reflexactionen der vasomotorischen Nerven können nur auf der gleichen Körperseite und in bestimmtem Umfange auftreten, so ist er damit, wie wir jetzt wissen, in grossem Irrthum befangen gewesen. Wenn man, nach Vulpian[1]), das centrale Ende des Nervus ischiadicus reizt, so contrahiren sich nicht bloss die Gefässe desselben und des andern Glieds, sondern diejenigen fast des ganzen Körpers. Dieses Resultat ist constant und man kann durch das Hämodynamometer an der Carotis nachweisen, dass jedesmal bei centraler Reizung des Ischiadicus der Druck in dieser Arterie steigt, offenbar weil die Gefässe sich contrahiren und dem Blutdruck einen grössern Widerstand entgegensetzen, wodurch dieser aber nicht vermindert sondern vermehrt wird, indem das Herz, welches die gleiche Blutmenge wie vorher in Circulation zu setzen hat, durch den entstandenen Widerstand zu grösserer Kraftanstrengung herausgefordert wird. Dass dieser Reflexkrampf der Gefässe vom Ischiadicus aus auf den Sympathicus (wenigstens für die Kopfgefässe) durch die Vorderwurzeln der Rückenmarksnerven übertragen werden, lehrt die Beobachtung, dass bei Reizung des Ischiadicus die rothe Farbe der untern Zungenfläche bleich wird, eine Erscheinung, die ausbleibt, wenn man den Sympathicus durchschnitten hat, aber nur an der operirten Seite. Das sind lauter Beweise gegen die Behauptung Bernard's, dass die vasomotorischen Reflexe nur an circumscripten Stellen auftreten; richtig daran ist nur, dass diese Reflexe an bestimmten Stellen in anderer Form auftreten, als sonst im Körper; es zeigt sich, dass Hautreize primär eine Verengerung der kleinen Körpergefässe mit Temperaturerniedrigung, so wie mit Vergrösserung der Zahl und Energie und der Herzschläge nach sich ziehen, dass aber im Gebiete des

1) bei Debouzy l. c. 50.

gereizten sensibeln Nerven und in dessen Nachbarschaft sehr rasch, fast unmittelbar darauf eine starke Erweiterung derselben auftritt. In den entfernten Organen bleibt die Gefässverengung bei starken Reizen, bei schwachen macht sie einer geringen Erweiterung Platz.

Wir sehen daher die von Bernard gemachten Einwürfe keineswegs für genügend an, um die Iriserweiterung auf Reizung sensibler Nerven nicht als eine vasomotorische Reflexerscheinung anzusehen; im Gegentheil stehen die an der Pupille auftretenden Erscheinungen im vollen Einklang mit den im vasomotorischen System auftretenden: auf entfernte Reizung sofort Erweiterung der Pupille gleich Contraction der Irisgefässe, auf Reizung des Trigeminus an Cornea und Conjunctiva nur rasche, vorübergehende Erweiterung mit folgender Verengerung (sekundärer Erweiterung der Gefässe); die letztere fällt zusammen mit der durch das »Ueberlaufen der Augen« significirten Gefässerschlaffung im Bereich der Conjunctiva.

Gewichtiger als die eben widerlegten Einwürfe scheint der von Arlt zu sein, welcher eine Differenz bezüglich der Zeit, in welcher die beiderlei Erscheinungen auftreten, constatirt haben wollte. Dem gegenüber steht die Angabe Grünhagens, dass der Zeitunterschied zwischen der Wirkung des Sympath. auf die Pupille und auf die Gefässe des Ohrs sehr gering sei, indem erstere Wirkung durchschnittlich 0,78 Sekunden, letztere 0,842 Sekunden nach der Reizung beginne.

Wenn Donders allein desswegen, weil er Gefässcontraction bei spastischer Myose keine Erweiterung auslösen sah, zu Radiärfasern seine Zuflucht nehmen zu müssen glaubt, so meine ich mit Grünhagen, dass das unnöthig sei, man vielmehr sich wohl vorstellen könne, wie die Wirkung des Sympath. auf die Gefässmuskulatur nicht stark genug ist, um die Contraction des Sphinkter zu überwinden [1]). Dass Reizung des Sympathicus nach dem Tode trotz aufgehörter Circulation Erweiterung der Pupille hervorruft, ist ebenfalls kein Beweis gegen unsere Theorie, denn auch nach dem Tode besitzen die Gefässe

1) Adamük s. o. hat das experimentell bekräftigt.

noch einen gewissen Blutgehalt, der durch Compression, d. h. durch ihre Contraction, entleert werden kann. Damit stimmt überein, dass Punktion der vordern Kammer nach dem Tode in vielen Fällen keine Verengerung hervorruft, wenn es aber geschieht, so wirkt nachher kein Reiz mehr dilatirend [1]). Die mechanische Wirkung, welche durch den Abfluss des vordern Kammerwassers ausgeübt wird, ist eine solche, dass von dem in den Choroidalvenen etwa noch befindlichen flüssigen Blut das entsprechende Quantum zur Ausfüllung des entstandenen Raumdefekts herbeigezogen wird. Tritt die Wirkung, wie meistens, nicht ein, so ist entweder der Umstand Schuld daran, dass das Kammerwasser bereits grösstentheils verdunstet ist und die Punktion deshalb wenig Raumdefekt in der vordern Kammer verursacht, oder wir haben es darauf zu beziehen, dass das nöthige Quantum Blut nicht nachschiessen kann und der Raumdefekt daher durch Einsinken der im Tode schlaff gewordenen Cornea ausgeglichen wird.

d) Die peripheren sensibeln Nerven, die hintern Rückenmarksstränge und die Grosshirnrinde.

Wir haben schon im Vorigen bei Gelegenheit der Bernard'schen Einwürfe von der Reflexdilatation der Pupille anticipando reden müssen. Es soll hier noch speciell von den betreffenden Experimenten und deren Ergebnissen die Rede sein. Von dem Experimente Bernard's und der von ihm constatirten Thatsache, dass die reflectorische Dilatation der Pupille auf Reizung eines sensiblen Nerven doppelseitig erfolge, haben wir schon Oben gesprochen. Auch am Menschen ist sie nachgewiesen: so gibt Hecker [2]) an, dass man bei Kitzeln empfindlichen Hautstellen eine schwache Erweiterung der Pupille wahrnehmen kann. Ich selbst habe in der letzten Zeit fortgesetzt als Wirkung faradischer Reizung der Haut an beliebigen Stellen des Körpers, je nach der Stärke des Reizes mehr weniger deutliche Dilatation der Pupillen constatiren können.

---

1) Budge l. c. S. 64.
2) Nagel J.B. III. S. 140.

Schon Budge[1]) fand bei seinem Suchen nach dem ciliospinalen Centrum, dass auch Durchschneidung der Hinterwurzeln des 7.—10. Rückenmarksnerven Contraction der Pupille hervorrufe, dass jedoch diese Erscheinung nur eine vorübergehende sei. Ebenso erzielte er von den hintern Rückenmarksnervenwurzeln aus durch elektrische Reizung Erweiterung der Pupille, aber nicht so stark, wie bei der der Vorderwurzeln, und nur, wenn sie den centralen Stumpf der durchschnittenen Hinterwurzeln betraf. Budge zog hieraus den Schluss, dass auch diese centripetal verlaufenden, die Irisbewegung bestimmenden Nerven dem Sympath. angehören, dieser also zugleich durch Reflex excitirende und direkt motorische Fasern in sich berge. Durch die Beobachtung Bernard's ist gezeigt, dass die betreffenden Fasern der Hinterwurzeln von der peripherischen Ausbreitung der sensiblen Nerven herrühren. Foa[2]) hat in einer Reihe von Experimenten dieselbe bestätigt gefunden: er fand Dilatation der Pupille bei Durchscheidung von Haut, Unterhautzellgewebe, Muskeln, Sehnen, bei direkter Reizung sensibler Nerven; die Erscheinung an der Pupille trat bei Reizen von so kurzer Dauer und so geringer Intensität auf, dass ausser ihr an den Thieren weder offenbare Zeichen von Schmerz noch irgend welche Bewegungen zur Beobachtung gelangten. Damit die Wirkung aber eintritt, müssen die Wege zum Centrum vollständig unversehrt sein: wenn das verlängerte Mark durchschnitten ist, ist es unmöglich, durch irgend einen peripheren Reiz Mydriasis hervorzurufen[3]); wenn die Wirkung

1) l. c. 111 u. 115.

2) La pupille considéré comme ésthésiomètre par M. Schiff. Traduction de l'Italien par Guichard de Choisity. Paris 1875. p. 9 ff. Ueber den verschiedenen Grad, in dem die Mydriase eintritt, je nachdem man verschiedene Gewebe reizt (Haut, Muskel, Gehirn etc.) und aus welchem Schiff die Empfindlichkeit derselben ersehen will, s. das Original.

3) Auch von Bessau bestätigt l. c. S. 18, nach welchem von Seite derjenigen Nerven, die über der durchschnittenen Stelle einmünden, die Reflexbewegung noch ausgelöst werden kann, selbst wenn der Sympath. durchschnitten ist. Daraus schliesst er, dass ausser dem Sympath. noch andere Bahnen existiren müssen, auf denen pupillendilatirende Nervenfasern zur Iris gelangen.

bei Reizung des Ischiadicus auch nach Durchschneidung der Hinterstränge des Rückenmarks auftritt, so hängt das davon ab, dass der Weg zum Centrum eben auch durch die graue Substanz offen steht. Wurden im Niveau des letzten Brustwirbels die Hinterstränge des Rückenmarks gereizt, so führte das Dilatation der Pupille herbei, wurde dagegen der vordere und seitliche Theil der grauen Substanz und die Vorder- und Seitenstränge einer Reizung unterworfen, so blieben die Pupillarerscheinungen aus.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass von den sensibeln Nerven des Rückenmarks sich ein auf sie einwirkender Reiz centralwärts fortsetzt, durch die Hinterstränge dem Gehirn zustrebt und dort, und zwar über dem verlängerten Mark in einem noch unbekannten Reflexcentrum auf motorische Fasern übergeht, welche durch die Vorderstränge herabtreten, sich dem Sympath. beigesellen und im Auge Pupillarerweiterung erzeugen.

Neuere Versuche [1]) haben dargethan, dass nicht alle pupillendilatirenden Fasern den hier bezeichneten Weg nehmen, da selbst nach Durchschneidung des Ganglion supremum n. sympathici durch Reizung sensibler Nerven eine, wenn auch schwache, Reflexdilatation der Iris zu bewerkstelligen ist. Wo dieser Rest von Nervenfasern verläuft, ist noch nicht sichergestellt [2]), übrigens für die Erklärung der Pupillenerscheinungen im Ganzen wenig erheblich, da er nach übereinstimmender Schilderung nur schwach sein kann.

Uebrigens sind es nicht bloss die sensibeln Nerven des Rückenmarks, welche die Dilatation der Pupille durch Reflexwirkung beeinflussen, sondern auch die des Gehirns sind dabei betheiligt. Das ist experimentell nachgewiesen von den Nerven der Zunge [3]), insbesondere aber auch vom Akustikus am Lebenden [4]). Auch der Trigeminus gehört hierher, nachdem wir die

1) Vulpian, Centralblatt 1874 p. 526 u. 1879 p. 90, Hurwitz, Ueber die Reflexdilatation der Pupille, Diss. Erlangen 1878 und Bessau l. c.

2) Vgl. oben, wo von den verschiedenen Ganglien die Rede ist.

3) Bessau l. c.

4) Holmgren nach Nagels J.B. VII. S. 158. Ueber das Verhalten in der Choroformnarkose vgl. meinen Aufsatz in diesen Mittheilungen I. S. 220 ff.

im Gefolge seiner Durchschneidung auftretende vorübergehende Myose zurückgeführt haben auf die Eigenschaft dieses Nerven, reflektorisch Dilatation der Pupille hervorzubringen, und wir stellen ihn daher dieses Orts auf die gleiche Stufe mit allen andern sensibeln Nerven des Körpers, von welch' letztern er sich aber dadurch unterscheidet, dass nach seiner Reizung die reflectorische Mydriasis den im vorigen Abschnitt besprochenen Gesetzen folgend, sofort in reflectorische Myose (Gefässerschlaffung) übergeht. Ungezwungen lässt sich hier anreihen die Thatsache, dass Reizung der Gehirnrinde, sei es nun im Experiment durch Reizung mit schwachen faradischen Strömen oder auf andere Art [1]), sei es am Lebenden [2]) durch psychische Eindrücke Pupillendilatation erzeugt. Offenbar gehen von der Grosshirnrinde Nervenfasern ab zum Dilatationscentrum der Iris, wo sie auf gleiche Weise, wie die sensibeln Nerven der Peripherie einwirken.

Aus Foa's Versuchen geht aber auch hervor, dass diese Pupillarerscheinung nicht das Einzige ist, was durch Reiz sensibler Nerven auf dem Wege des Reflexes am motorischen Nervenapparate hervorgerufen wird. Schon Miescher und Dittmar [3]) hatten den Versuch gemacht, an der Thatsache, dass bei Reizung peripherer sensibler Nerven der Blutdruck zunimmt unabhängig vom Willen des Thiers und dass die verschiedenen Stufen dieser Drucksteigerung in einem gewissen Verhältniss zur Stärke des Reizes stehen, einen Gradmesser der Empfindung aufzustellen [4]). Nach Foa's Versuchen aber hält

---

1) l. c. S. 20 ff. Foa l. c.

2) Holmgren l. c. A. Mosso, supra un nuovo methodo per scrivere i movimenti dei vasi sanguigni nel'huomo, Turin 1875, nach einem Auszug. Rählmann und Witkowski, du Bois-Reymonds Archiv 1878 S. 109 ff. Sander, Archiv für Psychiatrie Bd. IX, Heft 1.

3) Citirt von Schiff l. c. S. 6.

4) Dass man diese Blutdrucksteigerung als Zeichen ansehen darf, ob das Thier Schmerz empfinde, scheint mir kaum zulässig zu sein; ebensowenig aber auch die Veränderung der Pupille, weil ich sie für identisch mit jener halte. Beide geben einzig und allein ein Zeichen von vermehrtem oder vermindertem Reizzustand des peripheren sensiblen Nervensystems, aber nicht den geringsten Anhaltspunkt zu einem Schluss

Schiff beide Erscheinungen, die an der Pupille und die im Blutdruck, für getrennt und glaubt schliessen zu dürfen, dass Dilatation der Pupille sich nach einem momentanen Reize zeige, der den Blutdruck nicht alterire, und ebenso soll jene auftreten bei ganz schwachen Berührungen, die keinen Einfluss auf den intravasculären Druck d. h. die Contraction der Gefässe (und eine hier ausser Acht gelassene Erscheinung in der Herzbewegung) auszuüben im Stande sind. Bei aufmerksamer Prüfung der Foa'schen Versuche habe ich mich keineswegs von der Richtigkeit der Schlüsse Schiff's überzeugen können. Nur Eines aus den besagten Experimenten [1]) scheint auf den ersten Blick mit der Annahme, dass Iriscontraction und Steigerung des Blutdrucks auf das Nämliche, nämlich Contraction der Gefässe, zurückzuführen sei, in Widerspruch zu stehen: Foa fand nämlich bei mechanischer und schwacher elektrischer Reizung der Seitenstränge Steigerung des Blutdrucks, aber keine Erweiterung der Pupille, nur bei sehr starken Strömen erweitert sie sich etwas, die Dilatation verschwindet aber wieder, ehe der Strom durch das Rückenmark aufgehört hat; der Blutdruck aber hält sich auf der von ihm erreichten Höhe. Nähert man sich mit dem Strome den Hintersträngen, so erhält man eine stärkere Pupillarreaction, welche aber gleichwohl nur vorübergehend ist, während der Druck im Manometer auf 180 mm. steigt (ursprünglich 111 mm. in der Carotis).

Die Erklärung hierfür ist einfach: in den Vorder- und Seitensträngen verlaufen centrufugale [2]) Fasern zu den Muskeln der Gefässe; wird nun ein Theil davon gereizt, so contrahiren sich die Gefässmuskeln der dazu gehörigen Stromgebiete, und

---

auf die subjective Empfindung, die das Thier davon besitzt. Als »ésthésiomètre« im letztern Sinn kann daher die Pupille nicht benützt werden.

1) Das dritte l. c. S. 10 ff.

2) Der Ausdruck centrifugal ist natürlich, wie auch schon wiederholt das Wort centripetal, nur der Kürze halber gebraucht, da Verf. wohl weiss, dass alle Nerven die auf sie übertragenen Reize nach beiden Seiten hin übertragen. Der Ausdruck soll in diesem Falle nur besagen, dass die Erscheinungen, an welchen wir die Einwirkung eines Reizes auf die betreffenden Nerven constatiren und messen, nicht dem Centrum, sondern der Peripherie angehören.

unter der Einwirkung dieses Widerstands steigt der arterielle Druck. Die betreffenden Stromgebiete gehören in diesen Experimenten den hintern Extremitäten und dem Unterleib an, weshalb es leicht erklärlich ist, warum Pupillarerscheinungen ausbleiben. Rückt man dagegen mit dem reizenden Strom gegen die Hinterstränge zu, so dass diese mitbetroffen werden, so contrahiren sich auch die Gefässe in den Stromgebieten des übrigen Körpers auf reflectorischem Wege, und im Verein damit sehen wir auch die Abschwellung der Iris. Dass diese Erklärung die richtige ist, beweist aber auch das Verhalten des Blutdrucks. Während sein Ansteigen bei Reizung der Vorderstränge und Seitenstränge nur ein mittleres ist (das Versuchsthier war ein junger Hund mit einem Blutdruck von 112 mm. Quecksilber in der Carotis), nämlich von 113 mm. auf 140 mm. Hg, stieg er bei Miteinbeziehung der Hinterstränge auf 180 mm. und darüber, entsprechend dem durch Contraction einer grössern Zahl von Arterien auch grösser gewordenen Widerstand.

Es liegt somit Nichts vor, was als entscheidender Beweis dagegen angeführt werden könnte, dass die mit Steigerung des Blutdrucks auf Reizung peripherer Nerven gleichzeitig auftretende reflectorische Dilatation der Iris auch in derselben Ursache wurzle, nämlich in einer Contraction ihrer so zahlreichen Gefässe.

Ebenso verhält es sich mit der von Seite der Gehirnrinde hervorgerufenen Pupillendilatation: Mosso[1]) fand mit seinem Plethysmographen, dass die geringsten psychischen Erregungen eine Volumsabnahme des Armes bedingen d. h. eine geringere Gefässfüllung in Folge Contraction der kleinen Arterien und damit eine Erweiterung der Pupille[2]). Durch Thierversuche haben dies bestätigt Foa[3]) und Bochefontaine[4]), während allerdings Bessau[5]) Reizungen der Grosshirnrinde zur Dilatation der Pupille ausreichen sah, welche im Quecksilbermano-

1) l. c.
2) vgl. auch Holmgren l. c.
3) l. c.
4) Comptes rendus T. LXXXIII. 1876. S. 233 ff.
5) l. c.

meter an der Carotis keine Blutdruckschwankung erkennen liessen. Wie diese abweichende Beobachtung zu erklären ist, mag dahingestellt bleiben, jedenfalls hat auch hier die Mehrzahl der Beobachter wieder die Coincidenz der zwei Erscheinungen: verringerte Füllung der Gefässe und Dilatation der Pupille constatirt.

### e. Schlussbetrachtung.

Als Ergebniss der bis jetzt angeführten anatomischen und physiologischen Data möge folgende Theorie der Irisbewegung hier Raum finden:

Die Weite der Pupille hängt ab von der continuirlichen Einwirkung zweier in entgegengesetztem Sinn ihren Einfluss geltend machenden Kräfte: die eine davon äussert sich in der Contraction des Sphinkter, die andere in der Contraction der Gefässe und der davon abhängigen verschiedenen Höhe des intravaskulären Drucks. Die Contraction bedingende Kraft findet ihren Weg zu der Stelle ihrer Aeusserung in der Bahn des Oculomotorius und entsteht (abgesehen von andern, im Folgenden zu besprechenden Ursachen) während des Wachens durch die von dem Einfluss des Lichts herstammende dauernde Reizung des zweiten Gehirnnerven. Daneben findet zur Zeit des Wachens auch eine beständige Reizung [1]) der sensibeln Nerven des Körpers sowie der Grosshirnoberfläche [2]) statt, die sich, selbst in ganz geringen Graden, reflectorisch auf die vasomotorischen Nerven fortsetzt, so dass der arterielle Blutdruck stets in einem bestimmten Verhältniss zum Reizzustand dieser Theile steht. Die Steigerung oder Verminderung des intravasculären Drucks zeigt sich an der Iris in deren Dilatation zu einer Zeit, wo solche Schwankungen anderwärts noch kaum gemessen werden können, weil dieses Organ eben auf kleinem Gebiet eine übergrosse Anzahl von Gefässen und daher einen enormen Blutreichthum besitzt, bei welchem schon eine geringe Abnahme zum Sichtbarwerden genügt. Die Iris erhält also

1) Durch tactile, thermische etc. Eindrücke, vielleicht sind auch die Gefühlsnerven der Muskeln mit im Spiele.

2) Durch psychische Prozesse.

durch den fortwährenden reflectorischen Einfluss Seitens der sensiblen Nerven und des Gehirns einen mit diesem wechselnden Spannungszustand, zu Folge dessen sie der Pupille eine bestimmte Weite zu ertheilen bestrebt ist.

Durch die fortwährende Einwirkung des Opticus, resp. Oculomotorius wird aber dieser Spannungszustand überwunden, die Gefässe werden gezwungen, sich auszudehnen und für den entstehenden Raumverlust aus der Nachbarschaft Ersatz zu holen in Form von nachströmendem Blut. Die Contraction des Sphinkter ist aber nur im Stande, die Elasticität der contrahirten Arterienwände bis auf einen gewissen Punkt zu überwinden, welcher von zwei Bedingungen abhängig ist: erstens von der Kraft seiner eigenen Contraction und zweitens von der Kraft der Zusammenziehung der Gefässmuskulatur: je grösser die erstere, je geringer die letztere, desto enger die Pupille, je geringer die erstere, je grösser die letztere, desto weiter ist das Sehloch. Die Weite der Pupille am gesunden wachenden Menschen ist daher immer ein direktes Zeichen von dem Verhältniss, in welchem der Reizzustand des Opticus zu dem des sensibeln Nervensystems steht. Wenn sich also die Pupille dilatirt bei Einwirkung schwächerer Beleuchtung, so ist dies ein mechanischer Vorgang, bedingt durch die Elasticität der bei gleich bleibendem Zustand der peripheren sensiblen Nerven in gleichem Grade contrahirten Gefässmuskeln; dilatirt sie sich aber, wenn bei gleich bleibender Lichtwirkung einen Theil des peripheren Nervensystems ein erhöhter Reiz trifft, so ist dies ein activer, dynamischer Vorgang, bedingt durch Contraction der Gefässwände, wodurch der sich gleichbleibenden Kraft der Spinktercontraction ein erhöhter Widerstand entgegentritt, der sich eben durch theilweise Ueberwindung der erstern in Pupillendilatation äussert.

Der absolute Mittelwerth der Pupillenweite würde demnach derjenige sein, bei welchem die Kraft, welche auf den Sphinkter wirkt, äqual ist der Kraft, welche auf die Gefässe wirkt. Nach Adamük's Experiment, welcher zu gleicher Zeit den Nervus III. und den Sympathicus mit gleichen elektrischen Strömen reizte, würde dieser Zustand einer geringen Myose entsprechen,

und man kann sich auch wirklich a priori diesen Zustand denken: setzt man die auf beide Faktoren wirkende Kraft gleich Null, so geht beiden ein wirkendes Moment verloren, die Muskelcontraction, aber es bleibt für die Verengerung ein Moment bestehen, nämlich das Blut, welches die nunmehr erschlafften Gefässe in grösserer Menge zu füllen vermag.

Diese beiden Momente sind vollständig genügend, die Gesammtheit der Pupillarbewegungen zu erklären, und ich muss gestehen, dass ich eine besondere Muskelwirkung für die Dilatation der Pupille in Anspruch zu nehmen keineswegs für nöthig halte. Die anatomische Existenz radiärer Muskelfasern, für welche so gewichtige Autoritäten sprechen, allein ist es, Angesichts derer ich es dahingestellt sein lassen muss, ob nicht neben der vasomotorischen Wirkung des Sympathicus eine spezifische auf diesen Muskel stattfinde. Unter keinen Umständen aber vermag dieser die Erscheinungen der Pupillendilatation allein hervorzurufen, dazu ist er zu schwach und zu ungünstig situirt; vermöge seiner Contraction würde er, wie Stellwag richtig bemerkt, keine Verkleinerung, sondern eine Faltung der Iris bedingen müssen. Die Möglichkeit, dass dieser Muskel gleichzeitig mit den Gefässmuskeln innervirt wird und eine die Wirkung der letztern in Etwas unterstützende oder modificirende Thätigkeit entfalte, mag immerhin zugestanden werden.

### 3) Die Erscheinungen der Irisbewegung im Besonderen.

Wir haben nun noch die zum Schlusse des vorigen Abschnittes aufgestellte Theorie an den Erscheinungen zu prüfen, welche unter den verschiedenen Einflüssen, welche den gesunden Körper treffen, an der Pupille hervorgerufen werden.

#### a) Die Wirkung des Lichts auf die Pupille.

Lichtreiz verengt die Pupille und zwar bloss, wenn er auf die Retina gelangt [1]). Weber [2]) hat mit Hilfe einer Linse, die er in der gleichen Weise handhabte, wie der Oculist es bei

1) Fontana, dei motto dell' Iride 1765. Bei einzelnen niedern Wirbelthieren ist das anders vgl. Gysi l. c.

2) l. c. 30.

der Focalbeleuchtung thut, dieselbe Thatsache nachgewiesen, und man kann sich vermittelst dieser Untersuchungsmethode von der Richtigkeit jener jederzeit überzeugen. Wir finden das ganz in Uebereinstimmung mit dem Experiment über Opticusreizung, da wir ja wissen, dass Licht ein spezifischer (homologer) Reiz für diesen Nerven ist, und es erstaunt uns nicht, wenn wir bei amaurotischen Menschen so wenig wie bei Kaninchen, denen man den Opticus durchschnitten hat [1]), Reaction der Pupille auf Licht eintreten sehen. Das Bestehenbleiben derselben bei gewissen Erblindungsformen centraler Natur soll später besprochen werden.

Der Umstand, dass bei reifer Cataract, welche jedes Erkennen aufhebt, das zerstreute Licht in beinahe ungeschwächter Weise Pupillarcontraction auszulösen vermag, lehrt uns, dass es lediglich die quantitative Erregung der Netzhaut ist, welche dieselbe hervorbringt [2]). Diese Quantität des die Netzhaut treffenden Reizes ist von zwei Faktoren abhängig, einmal von der Intensität [3]) des betreffenden Lichtes und dann von der Flächenausdehnung (Extensität) der betroffenen Retinastellen. Von Beiden ist nachgewiesenermassen [4]) die Enge der Pupille beeinflusst. Die Einzelheiten der einschlägigen Messungen sind an dieser Stelle ohne Werth [5]).

---

1) Budge l. c. S. 136.

2) Gräfe, A. f. O. II. 1. 269.

3) Budge, l. c. S. 154, lässt das Quantitative des Lichtreizes nur durch die beleuchtete Fläche ausgedrückt sein, während er die Intensität des Lichts als eine Qualität darstellt. In ihrer Einwirkung auf die Retina wirkt sie jedenfalls quantitativ, indem das intensivere Licht einem grösserem Quantum von Reiz entspricht.

4) cfr. Lambert, Olbers, Treviranus bei Budge, Weber l. c., Budges eigene Messungen l. c. 149 ff.

5) Wie mir scheint, auch an und für sich nicht, schon deshalb nicht, weil man zur Messung einzig und allein die Zunahme des Pupillendurchmessers genommen hat. Das die Erscheinung bedingende Moment ist die Verkleinerung des Rauminhalts der Iris und diese Ursache, nicht die blosse augenfälligste Erscheinung hätte man sollen zu Grunde legen. So ist es nicht überraschend, dass keine befriedigenden Resultate vorliegen. Ich habe auf Grund der Angaben Lamberts (nach Aubert l. c. 453) solche, in ihrer Ausführung nicht hierhergehörigen, Körperrech-

Von grösserer Wichtigkeit dagegen ist, dass Lichteinfall in Ein Auge auch Verengerung des andern verursacht. Man hat die Zusammenziehung im gereizten Auge directe, die im andern consensuelle genannt. Die Beobachtung kann man vor dem Spiegel oder durch die entoptische Methode (durch eine kleine Oeffnung in einer dunkeln Platte) mit Leichtigkeit an sich selbst machen. Donders hat sich durch eine Reihe von Versuchen überzeugt, dass die consensuelle Bewegung der Pupille völlig gleichzeitig mit derjenigen des gereizten Auges auftritt und endigt. Es ist behauptet worden (Porterfield), dass die Bewegung zwar auf beiden Augen stattfinde, aber nicht in gleich hohem Grade; schon Weber[1]) hat das bestritten und gibt höchstens einen kaum merklichen Unterschied zu. Wenn man, wie ich das des Oeftern gethan habe, ein Auge zudeckt und nun sorgfältig die Weite der Pupille am geöffneten sich merkt, dann rasch das zugedeckte Auge entblösst und sofort seine Aufmerksamkeit auf dieses richtet, so wird man sich überzeugen, dass das bedeckte Auge in dem Moment der Entblössung, ehe die Contraction unter dem Einfluss des einfallenden Lichts begonnen hat, denselben Pupillenzustand besessen hat, wie das andere. Weber[2]) schliesst daraus im Gegensatz zu Porterfield, welcher nur von einer Sympathie beider Augen spricht, dass beiden Augen innerhalb des Gehirns ein einziges Centrum zugeschrieben werden müsse. In der That, im Verein mit Adamüks Versuchen, werden wir nicht mehr zweifeln, dass in den Vierhügeln ein einziges Centralorgan für die gemeinsame Bewegung beider Pupillen gefunden sei, wobei es dahingestellt sein mag, welche Rolle

---

nungen angestellt und dabei gefunden, dass der Körperinhalt der Iris annähernd im umgekehrten Verhältniss steht zum Gesichtswinkel, unter dem in jenen Versuchen die Lichtquelle gesehen wird.

1) l. c. 7. »Non plane igitur cum Porterfieldo assentior etc.«

2) Er macht darüber einen niedlichen Vergleich: »Quemadmodum diaeta duabus fenestris illustrata, multo clarior, quam altera fenestra tecta, perdit enim dimidiam luminis partem, ita cerebrum etiam fortiorem luminis vim patitur, si lumen utroque oculo, quam si tantum uno oculo respicit, vis luminis enim in cerebrum hoc casu non nisi dimidia erit.«

die Semidecussation der Fasern des Opticus dabei spielt; nach Stellwag[1]) soll sie allein genügen, die beiderseitige Reaction bei einseitiger Reizung zu erklären. Dass übrigens zwischen diesen beiden Thatsachen ein Zusammenhang herrscht, geht aus dem Verhalten der Pupillen beim Kaninchen hervor: ich habe während einer Reihe von Versuchen über Chloroformwirkung auf die Pupille zahlreiche Beobachtungen und Messungen an Kaninchenaugen ausgeführt und stets einen bedeutenden Unterschied zwischen der dem Lichte zugewandten und der entgegengesetzten Seite constatirt. Liess ich durch eine Linse concentrirtes Licht auf die Retina fallen, so contrahirte sich die betreffende Pupille sofort ad maximum, während die des andern Auges weit offen blieb. Umgekehrt fand ich, dass bei verschiedener Beleuchtung die Pupillen beider Augen während der ganzen Zeit des Chloroformirens ungleich weit blieben bis zu einem bestimmten Zeitpunkte, offenbar demjenigen, wo unter der Einwirkung des Medicaments die Innervation Seitens des Oculomotorius aufgehört hatte; in diesem Augenblicke war die dem Lichte zugekehrte Pupille genau so weit, wie die beschattete. Beim Kaninchen findet, wie physiologische (s. o.) und anatomische Untersuchungen unzweifelbaft darthun, nicht eine theilweise, sondern eine totale Faserkreuzung im Chiasma statt. Sollte uns diese Thatsache, dass bei Thieren mit vollkommener Sehnervenkreuzung nur einseitige Pupillarreaction auf Licht stattfindet, nicht einige Berechtigung zu dem Schluss geben können, dass bei Thieren mit beiderseitiger Reaction als anatomischer Grund eine Semidecussation da sei? Es kommt dazu noch der Umstand, dass zu der erstern Gruppe gerade diejenigen Thiere gehören, welche wegen des seitlichen Standes ihrer Augen des binocularen Sehens sich nicht zu erfreuen haben.

Mit der Thatsache der beiderseitigen Pupillarreaction auf Licht stimmt auch das Verhalten bei einseitiger Amaurose, wo man stets findet, dass bei Lichteinfall in das kranke Auge in diesem keinerlei Reaction auftritt, dass es aber auf den das gesunde Auge treffenden Lichtreiz in gleicher Weise sich ver-

---

1) l. c. 88.

hält, wie dieses. Man sieht desshalb bei einseitiger retinaler Erblindung die Pupille im Verhältniss zu der des gesunden nicht erweitert [1]), sie bewegt sich so vollständig wie die andere, nur wenn letztere verdeckt ist, bleibt sie starr und unbeweglich.

Bei doppelseitiger Amaurose bleibt die Pupille auf Licht ganz unbeweglich, wenn die dieselbe bedingende Veränderung in jener Leitungsbahn liegt, welche vom Auge zum Uebergangspunkt des Reflexes auf den Oculomotorius führt.

Aber nicht bloss Leitungsunterbrechungen im Sehnerven machen die Pupillarreaktion auf Lichteinfall ausbleiben, sondern überhaupt Leitungsunterbrechungen in jener Kette von Bahnen, die von der Retina durch Opticus, Vierhügel und Oculomotorius führen, also Lähmung des Oculomotorius [2]), aber nur wenn sie eine vollständige ist, also die ciliaren Aeste mitbetrifft. Die Pupille erscheint dabei mässig dilatirt, absolut unbeweglich auf jeden, sonst Bewegung des Oculomotorius auslösenden Reiz. Der Sphinkter kann sich nicht contrahiren, die Iris befindet sich in derjenigen Lage und Ausdehnung, welche dem jeweiligen Spannungszustand im Gebiete ihrer Gefässmuskulatur entspricht. Im Unterschied zur Pupillarunbeweglichkeit bei Amaurose findet man in diesen Fällen unter gar keinen Umständen mehr eine Aktion des Sphinkter [3]), während dort

---

1) In Wirklichkeit müssen beide Pupillen erweitert sein, weil nach Verlust der Leitungsfähigkeit eines Opticus nur noch die Hälfte des einwirkenden Lichtreizes auf das Reflexcentrum übertragen wird.

2) Es sind auch Fälle mitgetheilt (Trnka de Krzowitz hist. amauros. nach Budge 135), wo Kranke noch mässig gut sahen, obwohl die Pupille weit und unbeweglich war. Wenn dies, was nicht näher bezeichnet ist, keine Oculomotoriuslähmungen waren, so kann es sich nur um Herde in dem fraglichen Reflexcentrum selbst oder in den Pupillarfasern an einer Stelle gehandelt haben, wo sie noch nicht mit den übrigen Oculomotoriusfasern sich vereinigt haben, oder in den reflexerregenden Opticusfasern nach ihrer Trennung von den zum Sitz der Lichtperception ziehenden.

3) Wenn Wharton Jones, failure of light from railway and other injuries of the spine and head, London 1869 S. 176 einen Fall von Oculomotoriuslähmung anführt, wo bei Beschattung die Pupille sich noch etwas erweiterte, bei plötzlichem Lichteinfall aber sich verengte, und das damit erklärt, dass »the pupil, which had become slightly more

alle von der Netzhaut unabhängigen Einflüsse sich jederzeit geltend zu machen im Stande sind.

Es sei hier noch kurz jener Fälle gedacht, wo Lichteinfall Erweiterung der Pupille bedingt; es wurde dies beobachtet bei manchen Hirnleiden. In Rüte's[1]) Fall handelte es sich um einen Apoplectiker, dessen Pupillen im Dunkeln eng waren, sich aber erweiterten, wenn man helles Licht einfallen liess. Budge hat eine Erklärung dafür zu geben versucht, der man sich nicht leicht anschliessen kann. Der starke Lichtreiz soll in dem geschwächten Opticus nur eine Wirkung hervorgebracht haben, wie es sonst schwaches Licht zu thun pflegt, und soll eine dem letztern entsprechende Pupillenweite daraus resultirt haben. Dann müsste aber eine noch geringere Lichtstärke auch einen noch geringern Reizzustand und damit noch grössere Dilatation, nicht aber, wie im angeführten Fall Contraction der Pupille erzeugt haben. Ich wage kaum, die Vermuthung aufzustellen, dass in solchen Fällen vielleicht eine aussergewöhnliche Empfänglichkeit der sensiblen Nerven des Gesichts gegen Lichteinwirkung da war und durch diese auf reflectorischem Wege Contraction der Gefässe und des sie unterstützenden Dilatator hervorgerufen worden sei. Schon eher möchte eine Erklärung auf dieser Grundlage für jene Fälle von Amaurose passen, welche nicht mit der leicht verständlichen gewöhnlichen Pupillenweite einhergehen, sondern wo die Iris beständig in hohem Grade zurückgezogen erscheint. Es ist eine allbekannte Thatsache, dass bei Blinden oft eine merkwürdige Zunahme des Tastsinns im Stande ist, ihnen ihr verlorenes Gesichtsorgan einigermassen zu ersetzen; wenn die sensiblen Nerven im Stande sind, geringere Reize, als sonst dem Bewusstsein zuzuführen, so

---

dilated by the action of the dilator muscle called forth by the darkness, was brought to the middle state by the elasticity of the iris«, so scheint mir diese Auslegung doch etwas kühn zu sein. Das Erste, woran man in einem solchen Falle denkt, ist das, dass es sich neben Paralyse in den übrigen Zweigen des Oculomot. eben nur um Parese der pupillaren gehandelt habe, ein keineswegs seltenes Vorkommniss (cfr. Eulenburg, Lehrbuch der funktionellen Nervenkrankheiten, Berlin 1871 S. 478).

1) l. c. p. 93.

kann man sich ja auch denken, dass sie leichter und häufiger Reflexreize auslösen. Eine häufigere und stärkere Contraction der Gefässmuskeln und des Dilatator könnten bei gleichzeitiger Lähmung des Sphinkter ganz gut erklären, dass, besonders wenn dieser Zustand lange gedauert hat, eine permanente Dilatation auftritt. Man kann ja in ganz ähnlicher Weise beobachten, dass nach Durchschneidung des Nervus facialis (bei chirurg. Operationen) Anfangs in der Ruhe beide Gesichtshälften gleich sind und nur bei Bewegungen die gelähmte Seite hinübergezogen wird, während später durch die fortgesetzte Dehnung Seitens der gesunden Seite perpetuirlich eine Abweichung nach dieser zu beobachtet wird. Wharton Jones[1]) glaubt diese Erscheinung auf eine perpetuirliche spastische Contraction des Dilatator zurückführen zu müssen, hervorgerufen durch die Abwesenheit des Lichtreizes für die Retina, wie er überhaupt dieses Fehlen des Lichtreizes als die Bedingung ansieht, unter welcher der Musculus dilatator in Aktion trete. Weder für das Eine noch für das Andere ergibt die Physiologie einen Anhaltspunkt: man kann doch nicht dem blossen Fehlen eines Reizes einen positiv reflectorischen Effekt zuschreiben, jedenfalls müsste man die Dunkelheit als einen positiv wirkenden Reiz für irgend einen Nerven des Auges gelten lassen. Die Wege, auf welchen ein solcher wirken könnte, sind völlig unbekannt; von centripetalen Fasern des Sympathicus, wie Jones meint und dabei vielleicht an Budges Versuche denkt, kann nach dem, was wir hierüber gefunden haben, keine Rede sein. Der einzige Nerv, der auf experimentellem Wege ähnliche Wirkung auslöst, wäre der Trigeminus, welcher in seiner Wirkung auf die Pupille allen andern sensibeln Nerven gleichkommt d. h. reflektorische Dilatation auslöst. Man kann daher wohl zugeben, dass Dunkelheit möglicherweise als Reiz für den Trigeminus (oder andere sensible Nerven) wirke, wohl aber nicht in der Weise, dass dieser Reiz der Dunkelheit ein specifischer sei, wie der des Lichts auf die Retina, sondern so, dass die Dunkelheit selbst einen vermehrten Gefühlseindruck hervorruft, oder,

1) l. c. 181 ff.

was das Wahrscheinlichere ist, dass in der Dunkelheit, wo dem Sensorium die Orientirung durch das Auge abgeht, eine erhöhte Anspannung des gesammten sensitiven Apparates auftritt, welche sich in Erhöhung des Tastgefühls direkt, Erweiterung der Pupille reflektorisch zeigt.

### b) Die Irisbewegung bei der Accommodation.

Wenn die Augen eines Menschen, welcher einen in der Ferne liegenden Gegenstand beobachtet hat, sich einen näher liegenden als Wahrnehmungsobject auszuersehen im Begriff sind, sehen wir an ihnen stets dreierlei verschiedene Veränderungen auftreten: die Accommodation, die Convergenz der Sehaxen und eine Verengerung der Pupille. Es ist allgemein bekannt, dass die erste davon primär zu Stande kommt, damit die von dem nahen Punkte ausgehenden Strahlen die zum Deutlichsehen nöthige Brechung erfahren, die zweite eine nothwendige Folge des binocularen Sehens darstellt, während man der dritten die Bedeutung einer Mitbewegung bei der zu den ersten zwei nöthigen Innervation des Oculomotorius zugelegt hat. Man hat dabei zwei verschiedene Ansichten vertheidigt: die Einen halten die Pupillarbewegung näher der Accommadationsbewegung [1]), die Andern mehr der Sehaxenconvergenz [2]) adjungirt.

Wieder Andere [3]) meinen, dass die Contraction nur durch Lichteinwirkung bedingt sei, und endlich ist auch verschiedene Füllung der Irisgefässe, insbesondere im Hinblick auf die gleichzeitige Circulationsveränderung in der Chorioidea und den Ciliarfortsätzen zur Erklärung herbeigezogen worden. Die Sache scheint mir mit Nagel [4]) noch nicht spruchreif zu sein.

---

1) Donders l. c. 485, Rüte l. c. 95, Le Conte nach Nagels J.B. I. 139 u. a.

2) Weber l. c. 12, Arlt l. c. 31.

3) Drouin l. c.

4) Nagel, die Anomalieen der Refraction und Accommodation des Auges, X. Bd. des Gräfe-Sämischen Werkes S. 476.

c) Pupillen in Schlaf, Agonie und Tod.

Im Schlaf sind nach dem Zeugniss einer Reihe von Beobachtern und, wie ich selbst wahrzunehmen oft Gelegenheit gehabt habe, die Pupillen contrahirt. Oeffnet man mit Gewalt die Augenlider und erweckt den Schlafenden, so sieht man trotz Lichteinfalls die vorher contrahirte Pupille sich erweitern; erst nachträglich contrahirt sie sich dann wieder, jedoch nicht auf den Grad der Enge, welchen sie während des Schlafes besessen hatte. Gelingt es, die Pupille eine Zeit lang zu beobachten, ohne dass der Schlafende erwacht, so kann man nach Rählmann und Witkowski[1]) constatiren, dass die Reaktion auf Licht nicht erloschen ist, d. h. dass die beim Oeffnen der Lider enge Pupille noch etwas enger wird. Nach Sander[2]) kann man dann beobachten, dass bei jedem Reiz auf sensible Nerven diese Enge der Pupille einer Erweiterung Platz macht[3]).

Man hat für diese Erscheinung bis jetzt noch keine genügenden Gründe beigebracht. Die Einen[4]) halten sie für bedingt durch eine Contraction des Sphinkters, in ähnlicher Weise zu Stande gekommen, wie die der Blasen- und Mastdarmschliesser, um, wie Weber meint, alles Licht, welches noch durch die geschlossenen Lider hindurchdringen soll, von der Netzhaut abzuhalten. Andere[5]) nehmen ebenfalls eine aktive Betheiligung von Seite des Oculomotorius an, wobei sie der betreffenden Bewegung den Namen einer Mitbewegung mit andern Aesten dieses Nerven verliehen, eine Ansicht, deren Berechtigung in einer gleichzeitig im Schlaf auftretenden Richtung des ganzen Bulbus nach Innen und Oben seinen Grund haben sollte. Weiterhin ist die Pupillenenge einfach als der

1) l. c.

2) l. c.

3) Vgl. meine entsprechenden Beobachtungen in der Chloroformnarkose l. c.

4) Weber l. c. 17. Ebenso Arlt l. c. II. S. 32. neuestens wieder Bessau l. c.

5) Johannes Müller nach Rüte, Budge u. A.

normale Ruhestand aufgefasst worden [1]), ohne dass jedoch auf diese Weise eine genügende Uebereinstimmung mit der allgemein angenommenen Theorie vom Sphinkter und vom Dilatator herzustellen gewesen wäre. Als letzte Ansicht endlich sei noch diejenige erwähnt, welche im Schlafe ein Vorherrschen des Gangliensystems annimmt, in der Weise, dass das Ganglion ciliare eine Contraction des Sphinkter hervorrufe, welche beim Erwachen durch Aufhören dieser Influenz einer durch die Elasticität der Iris herbeigeführten Dilatation Platz mache; die darauf folgende Verengerung wäre dann durch Wiedereintreten der Oculomotoriuseinwirkung auf Lichtreiz zu erklären [2]).

Alle diese Erklärungsversuche müssen als ungenügend erachtet werden: enge Pupillen als Stand der Ruhe anzusehen, geht für diejenigen, welche für die Bewegungen der Iris nur einen Dilatator und Sphinkter annehmen, ein- für allemal nicht an: der Ruhezustand eines Gegenstandes, welcher von zwei antagonistisch wirkenden Kräften verlängert oder verkürzt werden kann, ist nothwendigerweise in der Mitte zwischen den beiden extremen Zuständen zu suchen [3]). Die Mitbewegungstheorie hat man verlassen müssen, nachdem sich herausgestellt hat, dass ihre Voraussetzung, die Bewegung des Bulbus, Nichts Constantes ist. Ueberhaupt muss die Annahme einer aktiven Betheiligung des Oculomotorius als unrichtig bezeichnet werden, möge sie nun auf der Zweck- und Analogietheorie Webers, auf der supponirten Mitbewegung mit dem Musculus rectus internus oder auf der vermeinten vermehrten Einwirkung des Ganglion ciliare beruhen. Die Erscheinung ist auch zu beobachten unter Verhältnissen, wo keinerlei Einwirkung des

1) Rüte l. c. 97 erklärt den Ruhezustand in ähnlicher Weise wie ich, aus der gesunkenen Empfindlichkeit der sensiblen Nerven, welche er aber nicht als Aufheben eines Reizes für den Dilatator (wohl weil dann enge Pupille aus den nebenangeführten Gründen nicht stimmen würde), sondern als einen Reiz für den Sphinkter anzusehen scheint, gestützt auf die Erfahrungen über Trigeminusdurchschneidung.

2) Weitere Beiträge zur Vervollkommnung der Augenheilkunst. Dr. Ph. Ritterich. Leipzig 1861. p. 45.

3) Daher ist auch die Erklärung von Rählmann und Witkowski nicht ausreichend, welche im Uebrigen mit der meinigen übereinstimmt.

Oculomotorius auf die Pupille mehr zu constatiren ist: bei Amaurotischen, wo während des Wachens weite, unbewegliche Pupillen vorhanden waren, fand man dieselben im Schlafe eng contrahirt [1]).

Ist unsere oben aufgestellte Annahme richtig, dass sich bei der Bewegung der Pupille zwei reflectorisch wirkende Kräfte betheiligen, deren eine durch Muskel, die andere durch Gefässcontraction und -füllung, theilweise vielleicht auch durch Muskel in Wirkung tritt, so ist die Erklärung der in Frage stehenden Erscheinung eine verhältnissmässig einfache. Die Enge der Pupille im Schlafe erscheint darnach als deren normaler Ruhezustand: beide Reflexkräfte sind unter dem Einfluss des Schlafs resp. der geschlossenen Lider ausser Thätigkeit gesetzt; wäre der Ausdruck beider Kräfte in Muskelcontraction zu suchen, so müsste das Resultat des Ausbleibens beider eine Mittelstellung der Pupille sein. Zu der Erschlaffung der Gefässmuskulatur tritt nun aber bei Ausbleiben des sensiblen Reflexes noch ein weiterer Faktor, nämlich die natürliche Folge jener: erhöhte Füllung der Gefässe mit Blut. So wirkt also nach Erschlaffung beider Faktoren die Erschlaffung des einen in weit geringerem Grade erweiternd, als die des andern verengernd. Erschlaffung der Gefässmuskulatur im Schlafe wirkt durch die Elasticität der Gefässwandungen ebenso Blut attrahirend, als die Contraction des Sphinkter im Wachen, da dieser dabei immer auch noch eine active Contraction der Gefässmuskeln zu überwinden hat. Oeffnet man nun das Lid, so wirkt der Lichtreflex auf den Oculomotorius, und die enge »Ruhepupille« wird noch etwas enger; durch sensible Reize, die aber noch kein Erwachen bedingen, kann man momentane Erweiterung hervorrufen. Wenn diese selben Reize im wachen Zustand keine oder kaum merkbare Erweiterung hervorrufen, so dürfte das seinen Grund wohl darin haben, dass eben im Wachen immerwährend eine grosse Summe von Reizen einwirkt und dadurch as Reflexcentrum gegen vereinzelte geringere Reize abgestumpft

---

1) Rüte l. c. 97 führt eine ganze Reihe von Beobachtern an. Vgl. auch Bouchut, Traité des signes de la mort, 2 éd. Par. 1874.

ist, während es diese im Schlafe, wo es sonst nicht in Anspruch genommen ist, rasch beantwortet.

Beim Erwachen ist es die allgemeine Einwirkung auf das Nervensystem und die Psyche, welche die plötzliche Erweiterung der Pupille erklärt, nach deren allmählichem Schwinden die Reflexwirkung auf den Oculomotorius wieder in ihre Rechte tritt.

Es sei zur Vervollständigung dieser Erklärung aus der Physiologie des Schlafes [1]) beigefügt, dass dabei der arterielle Blutdruck sinkt (was eben durch Erweiterung der kleinen Arterien aus Mangel an Reiz von der Peripherie her zu erklären ist) und dass die Extremitäten blutreicher werden [2]). Wenn man an der Pia mater des Gehirns während des Schlafes Blutarmuth gefunden hat, so spricht das keineswegs gegen eine gleiche Erscheinung im Gehirn, nämlich gegen gleichfallsige Erweiterung der Gefässe dortselbst, weil ja durch den Druck des vermehrten Blutgehalts auf die Gehirncapillaren sekundäre Anämie entstanden sein kann, wie das bei den eigenthümlichen Circulationsverhältnissen innerhalb der Schädelkapsel leicht möglich ist.

Die Agonie steht bezüglich der Pupillarerscheinungen mit dem Schlafe in naher Verwandtschaft; man beobachtet während derselben, besonders wenn sie eine kurze ist, und bei gewaltsamer Todesart eine bedeutende Verengerung der Pupille [3]). Im Augenblicke des Todes erweitert sie sich in hohem Grade, um nach einiger Zeit wieder zu mittlerer Weite zurückzukehren. Die Verhältnisse in der Agonie wird man sich wohl analog den Erscheinungen beim Schlafe denken dürfen: bei der allgemeinen schweren Prostration des Nervensystems hören die sensiblen Eindrücke auf, die zugehörigen Reflexe auszulösen, daher verstärkter Blutgehalt der Iris aus Mangel an Widerstand Seitens

---

1) Vierordt l. c.

2) Mosso l. c.

3) Vgl. Rüte l. c. 98. Bouchut l. c. u. du diagnostic des maladies du système nerveux, Paris 1866, Ritterich l. c. 51 ff. Ueber die Frage von Einwirkung der Todtenstarre, der Verdunstung des Kammerwassers, Adhäsion an die Linse handelt ausführlich Budge l. c. 60 ff.

der erschlafften Gefässe. Im Augenblick des Todes, wo die Blutzufuhr zum Gehirn aufhört, hört die Thätigkeit des Oculomotorius auf, während für den nach Budge länger reizungsfähig bleibenden Sympathicus das Ausbleiben des Sauerstoffs (oder Anhäufung von Kohlensäure) als direkter Reiz wirkt und Contraction der dilatirenden Elemente veranlasst, deren Resultat um so stärker zu Tag tritt, als ihnen bei der absoluten Ruhe des Sphinkter nur geringer Widerstand entgegentritt. Dass der Oculomotorius wirklich gelähmt ist, beweist, dass Atropineinwirkung kaum Vermehrung der Mydriase hervorzurufen vermag [1]). Ist einige Stunden nach dem Tod auch die Reizbarkeit des Sympathicus erloschen, so tritt durch die Elasticität des gesammten Irisgewebes besonders aber des etwas gedehnten Sphinkters und der nunmehr erschlafften Gefässwandungen wieder Verengerung auf mittlere Weite ein (nicht zu einer Enge, wie im Leben bei Aufhören der beiden antagonistisch wirkenden Kräfte, weil hier der dort wirkende dritte Faktor, die Blutbewegung mangelt). Alle übrigen nun folgenden Veränderungen sind unabhängig vom Nervensystem, der Todtenstarre, der Wasserverdunstung und andern mechanischen Verhältnissen angehörig.

## II. Die Pupillarerscheinungen bei den Krankheiten des Centralnervensystems.

Die Grenzen, innerhalb deren wir im Folgenden die Krankheiten des Centralnervensystems mit Bezug auf ihren Einfluss auf die Pupille studiren wollen, werden wohl am Besten nach allgemeinem Herkommen so gesteckt, dass wir alle jene Erkrankungen besprechen, welche innerhalb des Schädels und innerhalb der Rückgratshöhle deren Inhalt in Mitleidenschaft

1) Bouchut l. c. — Nagels J.B. IV. S. 205: Warden (Atropine as a means of diagnosting between life und death); Borelli (Giornale d'oftalmolog. ital. 1869) will in den ersten 16—24 Stunden nach 2- bis 3stündiger Anwendung des Atropin noch Dilatation erzeugt haben. Da die Wirkung des Atropin sich aber nicht auf Lähmung des Sphinkters beschränkt, so liegt darin kein Beweis gegen das Obenstehende.

ziehen. Freilich wird das zu besprechende Gebiet dadurch nach einer Seite hin zu weit, nach der andern zu eng begrenzt: die anatomische Lage der Theile bringt es eben mit sich, dass bei Krankheiten innerhalb der Schädelkapsel z. B. nicht nur Centren, sondern auch zahlreiche nervöse Apparate leitender, und zwar auch noch nach dem Austritte aus dem Gehirn, also peripherer Natur mitbetroffen werden, und ganz besonders trifft das, wie wir sehen werden, in unserm Falle zu. Daneben muss nach dem bereits Besprochenen der Sympathicus im Hinblick auf sein Verhältniss zur Pupillarbewegung in seinen Ganglien als zum Centralnervensystem gehörig betrachtet werden und fiele somit streng genommen in den Kreis unserer Betrachtungen. Trotzdem erscheint die gewählte Beschränkung als die naturgemässe, und kann auf die Besprechung der Pupillarerscheinungen bei Affektionen des Sympathicus um so eher verzichtet werden, als dieselben in mehreren ausgezeichneten Monographieen schon vor längerer Zeit die Würdigung gefunden haben [1]), die ihnen andererseits so lange versagt geblieben ist.

Aber gerade diese Arbeiten haben den gewissermassen greifbaren Beweis geliefert, dass für die Irisphänomene bei Erkrankungen centraler Natur bestimmte Lokalitäten in's Auge gefasst werden müssen, und damit die Aufgabe nahegelegt, in Bezug auf die übrig bleibende grössere Mehrzahl derselben ebenso befriedigende Aufschlüsse zu geben. Dass das freilich eine ungleich complicirtere Sache ist, ergibt sich aus den physiologischen Verhältnissen, und es wird begreiflich erscheinen, wenn man sich in nicht wenigen Fällen mit Vermuthungen und theoretischem Raisonnement behelfen muss, um so mehr, da ja das bis jetzt vorliegende Material ein durchaus ungenügendes ist. »Enge«, beziehungsweite »weite« Pupillen, meist, aber nicht einmal immer, Angaben über »träge«, »gute«, »aufgehobene« Reaktion, das ist der engbegrenzte Grund, auf dem wir bauen sollen, und

1) Die Pathologie des Sympathicus auf physiologischer Grundlage, v. Eulenburg und Guttmann. Berlin 1873. La paralysie du nerf sympathique cervical. Etude clinique per W. Nicati. Lausanne. 1873. Die reiche Literatur der letzten Jahre, die diesen Gegenstand behandelt, ist ausführlich zusammengestellt in Nagels Jahresberichten I. bis VIII.

doch ist nach den Beobachtungen und Erfahrungen von Rählmann, Witkowski, Sander, Robertson, Holmgren, Drouin, mir und andern, welche theils schon angeführt sind theils noch folgen, kein Zweifel, dass zur Beurtheilung der Bedeutung der an der Pupille im einzelnen Falle beobachteten Veränderungen weitergehende Angaben unbedingt nöthig sind. Die Prüfung der consensuellen Beweglichkeit der Pupille auf Licht, ihrer Reaktion gegenüber Reizung peripherer sensibler Nerven, ihrer Betheiligung bei der Accomodation, ihres Verhaltens im Schlaf, bei gehöriger Sorgfalt ja leicht auszuführen, sollte in keinem wichtigen Falle unterbleiben. Dass man dabei der möglichen Irrthümer sich bewusst sein und dieselben ausschliessen muss, ist selbstverständlich. Insbesondere denke man dabei an die zahlreichen individuellen Schwankungen, die im Lebensalter, in verschiedener Pigmentirung des Auges, in angeborener Ungleichheit der Pupillen wurzeln [1]), an lokale Erkrankungen des Auges (insbesondere Sekretionsanomalien [2]), vor Allem an die Abhängigkeit der Pupillarphänomene von der Retina und vom Optikus und endlich die Erkrankungen der einschlägigen Nerven während ihres peripheren Verlaufs, also des Oculomotorius in der Orbita, des Sympathicus vom Halse an bis zum Ganglion opthalmicum.

Berücksichtigt man nun dem Vorstehenden gemäss bei Beurtheilung der semiotischen Bedeutung der Pupille in den Krankheiten des Centralnervensystems die physiologischen Verhältnisse in ihrer ganzen Complicirtheit, so ist die Unmöglichkeit, hiezu genau abgegrenzte physiologische Gesichtspunkte zu gewinnen, einleuchtend. Der Versuch Drouin's [3]), alle Pupillarerscheinungen bei centralen Erkrankungen unter den 3 Kategorieen: mydriase, myose, inégalité unterzubringen, ist deshalb misslungen. Nicht bloss, dass eine Anzahl einschlägiger Phänomene nicht hat darin untergebracht werden können,

---

1) Ist ziemlich häufig zu beobachten.

2) Glaucom und Hypotonie; vgl. Schliephake u. Heimann Arch. f. Augen- und Ohrenheilkunde V. 2. p. 286 ff.

3) l. c. p. 266 ff.

man sieht, dass es auch bei manchem der angeführten schwierig gewesen ist, zu entscheiden, in welches von den einmal aufgestellten Fächern es nun eben passen möge. Das Einfachste und Beste scheint es daher zu sein, wenn wir im Folgenden zwar, so weit es geht, einer physiologischen Eintheilung zu folgen suchen, sonst aber einfach der Reihe nach die einzelnen Krankheiten des Centralnervensystems besprechen und dabei erörtern, in welcher Weise sie die physiologischen Vorgänge der Irisbewegung beeinflussen, beziehungsweise, warum sie in manchen Fällen das nicht thun, wo man es erwarten sollte, und dabei physiologisch wichtigen und diagnostisch bedeutsamen Verhältnissen besondere Aufmerksamkeit schenken.

## A. Krankheiten des Gehirns.

Das Gehirn ist ein so blutreiches Organ, dass schon der Wechsel seines Blutgehaltes, welcher durch den arteriellen Zufluss und den venösen Abfluss erzeugt wird, sich in An- und Abschwellen desselben kundgibt, welches isochron mit den Bewegungen der Herzcontraction und der Respiration auftritt. Im Augenblick der Contraction des linken Herzventrikels empfängt das Gehirn einen neuen Zuwachs arteriellen Bluts und nimmt dementsprechend an Volumen zu, in der Diastole entleeren sich die Venen in das linke Herz, das Gehirn verliert an Blutgehalt und damit an Ausdehnung; bei der Inspiration entleeren sich die Venen rascher in den Thorax, das Gehirn schwillt ab, während die Exspiration auf die Venenwandungen im Thorax einen grössern Druck ausübt und deren Entleerung erschwert, daher Anschwellen des Gehirns bedingt. Was man in dieser Weise am geöffneten Schädel gesehen hat, findet auch im geschlossenen Cranium statt [1]). Da aber dieses von festen,

1) Dies wird von vielen, namentlich auf Grund der Donders'schen Beobachtung am luftdicht in den Schädel eingeführten Glasfenster, wobei man keine pulsatorische Bewegung des Gehirns sieht, in Abrede gezogen. Ich halte aber aus demselben Grunde wie Althann (Bergmann, die Lehre von den Kopfverletzungen in Pitha und Billroth Bd. III. 1. Erlangen 1873. S. 174) dieselbe für nicht beweiskräftig: an der Convexität des Gehirns sind die Subarachnoidealräume sehr flach, so dass

starren, einer Ausdehnung nach keiner Seite hin fähigen Wandungen umgeben ist, würden die betreffenden Gehirnbewegungen zur Unmöglichkeit gemacht und damit eine fortwährende Circulationsstörung hervorgerufen, wenn nicht ein Faktor vorhanden wäre, welcher den Ausgleich der durch die Circulation hervorgerufenen Raumbeschränkung übernähme. Dieser Faktor ist der Liquor cerebrospinalis.

Wenn unter dem vermehrten Blutzufluss der Raumgehalt des Gehirns zunimmt, so wird auf den Liquor cerebrospinalis ein Druck ausgeübt, der sich sofort in gleichmässiger Weise auf alle seine Theile fortpflanzt. Das Cavum arachnoideale, in dem derselbe enthalten ist, steht nach übereinstimmenden Angaben [1]), in Communikation mit der Rückgratshöhle, und wird desshalb sein Inhalt bei zunehmendem Druck innerhalb der Schädelkapsel in jene zurückgedrängt. Wäre die letztere ebenfalls mit unnachgiebigen Wandungen versehen, so würde auch hier eine gleiche Drucksteigerung entstehen müssen, durch die membranae obturatoriae atlantis, die ligamenta flava und die von der Dura und Arachnoidea aus die Durchgangsgebilde der Intervertebrallöcher begleitenden Scheiden sind aber eine Anzahl von Gebilden gestellt, welche vermöge ihrer Elasticität einem Drucke nachzugeben und nach dessen Aufhören wieder in den vorigen Stand zurückzukehren vermögen. Bei der Systole werden diese Gebilde durch den vom Gehirn andrängenden Liquor [2]) gespannt,

---

ein Mengenwechsel des Liquor cerebrospinalis kaum stattfinden und nach dieser Richtung hin das Gehirn sich nicht ausdehnen kann. Diese Ausdehnung geschieht vielmehr in der Richtung des geringsten Widerstandes, und dieser ist am geöffneten Schädel an der Oeffnung, im geschlossenen an der Basis, wo zwischen Arachnoidea und Pia die meisten Lücken und der meiste Liquor zum Ausweichen liegt. Ist aber die Donders'sche Beobachtung nicht stichhaltig, so ist kein Grund einzusehen, warum im geschlossenen Schädel die Bewegungen des Gehirns nicht auch stattfinden sollten, da ja deren Ursachen dieselben sind und nur der Ort des denselben entgegenstehenden Widerstands ein anderer geworden ist.

1) Hyrtl l. c. 768. Luschka l. c. 253. Judée, Althann, Key und Retzius, Schwalbe, Quinke, vergl. Bergmann l. c. p. 168 ff.

2) Bergmann hat am Hund die membrana atlant. obturatoria des Oeftern blossgelegt und sich bei jedem Pulsschlag heben sehen.

in der Diastole drängen sie durch ihre Elasticität denselben wieder zurück in die Schädelhöhle, wo er in Folge der geringer gewordenen Gefässfüllung wieder Raum gewinnen kann. Ob die perivaskulären Lymphräume des Gehirns eine Rolle bei diesen Verhältnissen spielen, ist noch nicht sicher nachgewiesen, aber sehr wahrscheinlich, da sie nach vielfältigen Untersuchungen [1]) mit dem Subarachnoidealraum in Communikation stehen. Bei excessiver Erhöhung des Drucks soll nach Bergmann und Gäthgens eine Ausgleichung auch durch vermehrten Abfluss der Lymphe stattfinden können. Für die rasche Ausgleichung beim Puls aber kann nach ihrer eigenen Angabe diese Beobachtung der beiden Autoren nicht verwerthet werden, weil sonst an den abführenden Lymphgefässen Pulsation auftreten müsste; wohl aber ist die dadurch festgestellte Thatsache von Werth bei stärkerer und länger dauernder abnormer Raumbeschränkung im Schädel.

Wie mit der pulsatorischen, verhält es sich mit der respiratorischen Bewegung des Gehirns, wobei nach Hyrtl [2]) auch noch das mithelfen mag, dass die Inspiration, welche die von Oben in den Thorax einmündenden Venen entlastet und dadurch einen schnelleren Affluxus aus dem Gehirn erzeugt, zu gleicher Zeit durch das Herabtreten des Zwerchfells die Venen im Abdomen belastet und dadurch unter Anderm den Abfluss des Blutes aus den Rückenmarksplexus durch die Venae lumbales in das System der Azygos erschwert. Bei der Expiration dagegen sinkt der Druck hier durch Höhertreten des Diaphragma, die untern Rückenmarksplexus werden leerer, wodurch dem von Oben her eintretenden Liquor cerebrospinalis mehr Raum geschafft wird.

Unter abnormen Verhältnissen kann es kommen, dass der auf der Cerebrospinalflüssigkeit lastende Druck so gross ist, dass die Elasticität der Bänder nicht mehr im Stande ist, durch

---

1) vergl. Bergmann l. c., Nothnagel im Ziemssen'schen Handbuch XI. 1. S. 5, Huguenin, daselbst Supplement S. 9, wo die fraglichen Arbeiten erschöpfend citirt sind.

2) Hyrtl, topograph. Anatomie I. Bd. S. 138.

ihre Ausdehnung allein die zur Ausgleichung dieser Drucksteigerung nöthige Raumvergrösserung zu bewerkstelligen, es müssen dazu noch anderweitige Elemente mit in Wirkung gezogen werden. Diese Elemente können nur in Einem Bestandtheil des Schädelinhalts gesucht werden, dem Blutgehalt: das Gehirn ist ein festes, unnachgiebiges Organ [1]), die Schädelrückgratwände können nicht mehr nachgeben, also auch nicht die auf sie andrängende Flüssigkeit, nur eine Entleerung der Gefässe vermag eine Beseitigung der abnormen Druckverhältnisse herbeizuführen. So ist die Folge eines jeden vermehrten Drucks im Cavum cranii, der nicht, wie der normal wechselnde der Circulation und Respiration, durch Ausweichen der Cerebrospinalflüssigkeit compensirt werden kann, eine mehr weniger starke Belastung der Gefässe und ihres Inhalts in einer für die Circulation durchaus nicht gleichgiltigen Weise.

Solche, eine Steigerung des normalen Drucks im Cavum cranii hervorrufenden Verhältnisse können von zwei Seiten herstammen; entweder daher, dass derjenige Theil des Schädelinhalts, welcher die normalen Druckschwankungen verursacht, das Blut, in grösserer Quantität sich darin ansammelt, das ist die Hyperämie, oder daher, dass durch krankhafte oder traumatische Vorgänge ganz neue Faktoren hinzutreten, welche den von Seite des Blutgehalts auf dem Liquor lastenden Druck in abnormer Weise erhöhen — das ist die Gesammtheit aller derjenigen den Raum innerhalb des Schädels beschränkenden Erkrankungen, deren Erscheinungen man κατ' ἐξοχὴν unter dem Namen des Hirndrucks zusammengefasst hat.

Der eine dieser Faktoren, die Hyperämie kann dreierlei Ursachen haben: sie entsteht entweder durch Steigerung des arteriellen Drucks in der Carotis oder durch Verminderung des Widerstands in den Gefässen durch Paralyse der vasomotorischen Nerven (Relaxationshyperämie) oder endlich durch Behinderung des venösen Abflusses.

---

1) Der Druck einer Atmosphäre vermag Wasser nur um $^1/_{25000}$ seines Volums zu verringern, aber schon beim 4. Theil dieses Drucks ist nach Leyden das Leben vernichtet.

Bei der ersten Form, der aktiven Hyperämie, leisten die Gefässwände dem ansteigenden Druck normalen Widerstand, und wird daher dessen Wirkung auf den Liquor cerebrospinalis abgeschwächt; im Verlaufe ihrer Entwicklung aber überwindet der Druck den Widerstand und drängt den Liquor gegen die Wirbelligamente bis zu deren höchster Spannung. Da nun die cerebrospinale Flüssigkeit nach keiner Richtung hin mehr ausweichen kann, so wächst der auf ihr lastende Druck enorm, so dass er bald grösser wird, als der intravaskuläre und Compression der Capillaren bedingt. Wie gross die dadurch hervorgerufene Verlangsamung des capillären Blutstroms wird, ersieht man aus Valentins[1]) Berechnung, wonach die durch ein Capillargefäss, das auf $^1/_4$ seines Volums comprimirt ist, durchgehende Blutmenge bei gleichbleibendem Druck nur $^1/_{256}$ der frühern beträgt. Nun ist bei aktiver Hyperämie der arterielle Druck wohl gesteigert, aber selbstredend sich immer nur wieder selbst im Wege und je höher seine Kraft, desto stärker der ihm entgegentretende Widerstand. Erhebliche Störung in der Ernährung der Gehirnsubstanz ist die klare Folge.

Bei der Relaxationshyperämie ist der Widerstand der Gefässwände geschwunden, und der volle intravasculäre Druck pflanzt sich auf den Liquor fort, welcher nun seinerseits die Capillaren um so leichter comprimiren kann, als diese der mangelnden vis a tergo wegen vom arteriellen Seitendruck Wenig oder Nichts mehr empfangen.

Dass Behinderung des Venenabflusses raumbeschränkend wirkt, die Capillaren comprimirt und dadurch die Geschwindigkeit des Blutstroms in ihnen herabsetzt, ist einleuchtend.

Dieselben mechanischen Verhältnisse sehen wir zur Geltung kommen bei allen rasch auftretenden Raumbeschränkungen irgend welcher anderer Art in der Schädelhöhle: Compression der Capillaren und Verlangsamung des Blutstroms in denselben. Das ist es jedesmal, was schliesslich den Endeffekt, Störung in den Ernährungsverhältnissen der Gehirnsubstanz herbeiführt.

Nachdem diese Verhältnisse erkannt sind, ist ohne Wei-

1) vgl. Huguenin l. c. S. 11.

teres klar, wie eine scheinbar ganz entgegengesetzte Ursache die gleiche Wirkung hervorrufen kann, wie Gehirnanämie in ihren Symptomen der Gehirnhyperämie so wenig fern steht. »Langsamer Blutwechsel und mangelhafte Ernährung des Gehirns finden gleicherweise statt, ob die Circulation durch grössere Widerstände im Schädel oder geringere Herzleistung herabgesetzt ist, ob die Widerstände absolut oder relativ zu gross sind, ob ein erhöhter intracranieller Druck den Capillarraum verengt oder eine niedrige arterielle Spannung die normalen oder sogar abnorm geringen Widerstände nicht zu überwinden vermag« [1]).

Die Symptome aller dieser Kategorie angehörigen Ursachen hat man auf experimentellem Wege festzustellen gesucht: grosse Blutentleerungen am Halse entsprechen arterieller Anämie, Unterbindung sämmtlicher abführender Venen der venösen Hyperämie, Injektionen in die Carotis der arteriellen Hyperämie; Injektionen endlich, von einer Trepanationsöffnung aus in das Subarachnoidealcavum gemacht, rufen die Wirkungen der raumbeschränkenden Erkrankungen hervor durch Steigerung des intracraniellen Drucks, dem man beim Experiment beliebige Ausdehnung ertheilen kann.

Wenn Kussmaul und Tenner [2]) sämmtliche Arterien, welche ihr Blut dem Gehirn zuführen, auf einmal unterbanden, so trat sofortige Bewusstlosigkeit nebst allgemeinen Krämpfen ein. Dasselbe sah Kussmaul bei starken arteriellen Blutentziehungen am Halse zugleich mit sofortiger starker Erweiterung der Pupille. War aber die Blutentziehung eine allmähliche, so blieben die Zuckungen aus und der Tod trat unter Ohnmacht und Schläfrigkeit ein; dabei trat, wie auch bei Unterbindung der zuführenden Arterien immer zuerst Contraction der Pupille auf, welche, wenn die Blutung nicht gestillt wurde, in einem zweiten Stadium in Dilatation überging. Comprimirten die Experimentatoren den Truncus anonymus nach vorhergegangener Unterbindung der linken Arteria subclavia, so

1) Bergmann l. c. S. 180.

2) Kussmaul und Tenner, Untersuchungen über Ursprung u. Wesen der fallsuchtartigen Zuckungen bei der Verblutung. Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre, 1857. III. Bd.

trat Anfangs neben Erscheinungen der Gehirnerregung Verengerung der Pupille auf, die Lidspalte schloss sich, der Bulbus trat zurück. Hatte die Compression einige Zeit (8—20 Sekunden) gedauert, so öffnete sich allmählich die Lidspalte, der Augapfel trat vor, die Pupille erweiterte sich; gleichzeitig aber traten Erscheinungen von Gehirnlähmung, in einzelnen Fällen Convulsionen auf.

Wurden die äussern Jugularvenen comprimirt, so trat in mehreren Fällen Verengung der Pupille ein, welche bei Wiederherstellung des Abflusses wieder einer Erweiterung Platz machte.

Venöse Blutentziehungen am Halse bedingten nur in einem Falle Pupillenverengerung, meist erfolgte sofort, jedenfalls aber später ansehnliche Erweiterung. Im Licht contrahirte sich dabei die Pupille noch, aber nur, um nach wenigen Sekunden wieder einer Erweiterung Platz zu machen.

Navalichin[1]) und Mosso[2]) haben bei Abschluss der arteriellen Blutzufuhr zum Gehirn Gesammt-Blutdrucksteigerung nachgewiesen und Conty[3]) hat durch Injektion von Lycopodium in das periphere Carotisende allgemeine Gehirnanämie hervorgerufen und dabei nach 20—40 Sekunden Spannungszunahme im Aortensystem mit Pulsverlangsamung auftreten und 6—10 Minuten anhalten sehen.

Zur künstlichen Herstellung abnormen intraarteriellen Druckes bediente sich Bergmann[4]) der Injektion von warmem, defibrinirtem Blut in die Carotis; wurden solche Injektionen, (beim Hund) unter einem Druck von 800—1000 mm. Quecksilberhöhe angestellt, so beobachtete er während der Injection stertoröses Athmen, Pulsverlangsamung, weite Pupillen.

Das Bild der venösen Hyperämie, das in Kussmaul's und Tenner's oben citirtem Versuch nicht vollständig ge-

---

1) Centralblatt 1870.

2) L'Imparciale 1872 nach Nothnagel in Ziemssens Handbuch. XI. 1.

3) Sitzung der Société de Biologie v. 5. Aug. 1876. Die Experimente sind am Hund gemacht.

4) l. c. S. 193.

geben ist, gewann Landois[1]), der dabei allgemeine Convulsionen und mit diesen zugleich Pulsverlangsamung und Gefässverengerung (Dilatation der Pupille?) auftreten sah. Auch Hermann und Escher[2]) konnten an Katzen durch gänzliche Hemmung des venösen Abflusses epileptiforme Krämpfe erzeugen, die sich von den anämischen nur durch den etwas späteren Eintritt unterschieden.

Ueber Steigerung des intracraniellen Druckes ausserhalb der Gefässe haben wir mehrfache Versuche: Leyden[3]) trieb durch eine Trepanationsöffnung schwache Chlornatrium- oder Eiweisslösungen in den subduralen Raum zu Herstellung eines möglichst gleichmässigen Drucks auf die ganze Convexität des Gehirns. Die Druckerscheinungen traten hierbei immer in constanter Reihenfolge auf: Anfangs Stöhnen, Schreien (Schmerz), starke Aufregung, dann folgt Stupor, Sopor, Coma, bei weiterer Erhöhung epileptiforme Krämpfe mit Erweiterung der Pupille. Manz[4]) fand bei seinen Experimenten (an Kaninchen) im Gegensatz zu Leyden wesentliche Verengerung der Pupille. Nach den spätern Versuchen Pagenstechers[5]) scheint diese Differenz weniger auf der Wahl verschiedener Versuchsthiere, als auf einer Verschiedenheit der Beobachtungszeit zu beruhen. Er fand nämlich bei einseitigen Injektionen mehrere Stadien: bei leichtem Druck noch keine Veränderungen, lässt man ihn allmählich ansteigen, so treten immer schwerere Symptome auf. Zuerst beobachtet man mässige, aber nur sehr kurz dauernde Verengerung der entsprechenden Pupille, dann eine gleichmässige Verengung beider Pupillen, bereits mit gleichzeitigem Coma und Sopor. Bei weiterer Steigerung des Drucks trat

---

1) Nach Nothnagel l. c. Leider ist dort über die Pupillen Nichts angegeben.

2) Ebenda.

3) Nach Bergmann l. c.

4) Manz, über die Erscheinungen des Hirndrucks am Auge. Vorläufige Mittheilung. Centralblatt 1870. VIII. S. 113 ff. und Experimentelle Untersuchungen über Sehnervenerkrankungen in Folge von intracraniellen Krankheiten. A. f. O. XVI. 1. S. 255 ff.

5) Nach Nagels J.B. 1873. S. 288.

neben fortbestehender Pupillenverengerung auf der nicht operirten Seite starke Dilatation an der der Injektionsseite entsprechenden Pupille auf, wonach aber bald gleichmässige Erweiterung beider Pupillen erfolgte. Letztere Erscheinung war stets von allgemeinen Convulsionen begleitet. Die weite Pupille war zugleich immer starr, während sonst die Reaktionsfähigkeit (auf Licht) nicht aufgehört zu haben brauchte. Der Eintritt der Erscheinungen ist übrigens auch von der Schnelligkeit abhängig, mit welcher die Beschränkung des Schädelraums eintritt: stieg Pagenstecher mit dem Drucke seiner Injektionen rasch, so traten schon bei einem solchen von 100—200 mm. Quecksilberhöhe Convulsionen ein, während der gleiche intracranielle Druck nur comatöse Erscheinungen zu Tage förderte, wenn er allmählich entstanden war.

Vergleicht man die Ergebnisse dieser Versuche mit einander, so ist die auffallende Aehnlichkeit im Auftreten und Verlauf der Symptome nicht zu verkennen, ein gewichtiges Moment, welches für die Richtigkeit der vorher entwickelten Theorie in die Schranken tritt. Ganz besonders auffallend ist die Uebereinstimmung der Erscheinungen bei arteriellen Blutentziehungen und bei gesteigertem subduralem Druck: bei beiden sofort Convulsionen und weite Pupillen, wenn sie rasch einen hohen Grad erreichen, wenn sie aber langsamer ansteigen, bei beiden Anfangs nur Coma mit engen Pupillen, weite Pupillen und klonische Krämpfe erst in einem zweiten Stadium kurz vor dem Tode.

Die Art der auftretenden Erscheinungen ist durchaus verschieden ja nach der Intensität und Dauer der sie verursachenden Ernährungsstörung: wir sehen Reizungs- und Depressionserscheinungen nicht nur unmittelbar auf einander folgen, sondern sogar gleichzeitig neben einander bestehen. Beide sind Zeichen gestörter Ernährung, und ist eben die durch letztere bedingte leichtere Erregbarkeit resp. direkte Erregung eines nervösen Elements nur graduell verschieden von ihrer schwersten Wirkung, absoluter Funktionsunfähigkeit. Dass verschiedene Hirnprovinzen in verschiedenem Grade empfindlich sind gegen diese Stufen der Ernährungsstörung, und dass daher die-

selbe die Ernährung beeinträchtigende Ursache in der einen Provinz lähmend wirkt, während sie an andern Stellen noch Reizerscheinungen auslöst [1]), wird auch durch die anatomischen Verhältnisse probabel gemacht, indem z. B. leicht gedacht werden kann, dass die blutreiche Gehirnrinde gegen eine Störung ihres Blutgehalts viel empfindlicher ist, als die blutärmere der Basis.

Was für Processe es sind, wodurch die Störung in der Circulation die fraglichen Reiz- und Depressionserscheinungen auslöst, ist noch nicht sicher entschieden. In Frage kommt der Mangel des Sauerstoffs oder die Anhäufung der Produkte des Stoffwechsels, insbesondere der Kohlensäure; für das Letztere sprechen die Versuche von O. Nasse [2]), sowie die Aehnlichkeit der Erscheinungen bei direkter Kohlensäurevergiftung [3]), bei Erstickung und Vergiftung mit Strychnin [4]).

Bezüglich der Pupille sehen wir constant zwei getrennte Erscheinungen: Anfangs und bei geringern Graden Verengerung, dann Erweiterung ad maximum. Es unterliegt keinem Zweifel, dass Ersteres als Ergebniss erhöhter Innervationswirkung auf den Sphinkter zu betrachten, demgemäss als Reizerscheinung aufzufassen ist. Das Letztere als blosse Lähmung gelten zu lassen, geht wegen der meist enormen Ausdehnung des Sehlochs nicht, man muss vielmehr annehmen, dass dabei

---

1) Man hat die Convulsionen, die gleichzeitig mit Bewusstlosigkeit auftreten, durch Lähmung eines reflexhemmenden Nervencentrums erklären wollen, in Folge deren das Rückenmark nunmehr auf die gewöhnlichen Reize in stürmischer Weise zu antworten gezwungen sei. Dagegen spricht einfach der Umstand, dass dann jeder Zustand von Gehirnlähmung mit Convulsionen verbunden sein müsste, wass aber keineswegs der Fall ist. cfr. Bergmann l. c. S. 192 ff. Man vergl. übrigens auch Centralbl. 1870. S. 289, wo, gewiss mit Recht, der Bezold'schen Schule der Vorwurf gemacht wird, dass sie seit der Entdeckung der hemmenden Wirkung des Vagus mit Aufstellung solcher Hemmungsnerven doch etwas zu freigebig gewesen sei.

2) Centralblatt 1870. S. 273 ff.

3) Vgl. Hermann Lehrbuch der experimentellen Texicologie. Berlin 1874. S. 117 ff. Böhm in Ziemssen. Bd. XV.

4) Ebenda S. 313, auf Kohlensäureeinwirkung zurückgeführt von Schiff l. c.

zwei Faktoren ins Spiel kommen: das Oculomotoriuscentrum ist gelähmt, das des Sympathicus gereizt, wobei wir vorerst ausser Acht lassen wollen, ob der Angriffspunkt dieses Reizes in diesem Centrum selbst sitze, oder ob der letztere primär gewisse Organtheile (Grosshirnrinde) treffe und von diesen aus erst auf reflektorischem Wege das genannte Centrum in Thätigkeit setze. Schon Thiry[1]) hat nachgewiesen, dass die im Gefolge der Kohlensäurevergiftung auftretende Verengerung der kleinen Arterien ausbleibt, wenn man vorher das Rückenmark durchschneidet, also die Peripherie vom vasomotorischen Centrum abtrennt; man ist desshalb gewiss berechtigt, eine Reizung des letztern durch Kohlensäure anzunehmen. In gleicher Weise hat Schiff[2]) gezeigt, dass bei Strychninvergiftung Pupillenerweiterung nur eintritt, wenn sich Spuren von Kohlensäure-

---

1) Centrabl. 1867. S. 722. Von Interesse ist es, an dieser Stelle auch der Pupillarphänomene beim Cheyne-Stokes'schen Respirationsphänomen zu gedenken. Nach Ziemssens und Leubes von G. Merkel bestätigter Beobachtung (vgl. Nagel's J.B. III. 296) verengte sich die Pupille mit dem Anfang der Athempause, während sie sich kurz vor oder gerade mit dem ersten Athemzuge wieder erweiterte. Bekanntlich erklärt man sich das Pausiren des Athmens so, dass man annimmt, das Centrum der Respirationsbewegung, welches bei den in solchen Fällen schweren Leiden des nervösen Apparates viel an Erregbarkeit verloren hat, werde nur noch durch bedeutenden Sauerstoffmangel (oder Kohlensäuregehalt oder Beides) in Thätigkeit gesetzt. Wenn daher durch mehrere Athembewegungen das Blut Sauerstoff aufgenommen, Kohlensäure abgegeben hat, so ist es nicht mehr fähig, jenes Centrum zur Thätigkeit zu veranlassen: die Athmung hört auf. Hat sich nun während dieser Pause wieder mehr Kohlensäure angehäuft und ist mehr Sauerstoff verbraucht, so wird der dadurch hervorgerufene Reiz wieder gross genug, einige Athmungsbewegungen auszulösen. Ganz parallel damit sind die Erscheinungen an der Pupille zu erklären: während der Athempause Pupillenenge, weil der Sauerstoffmangel (Kohlensäuregehalt) nicht gross genug ist, das schwer erregbare Dilatationscentrum anzuregen; am Ende dieses Stadiums erneuter Reiz, Dilatation. Dass wirklich die Gefässfüllung der Iris unter dem Einfluss des Sympathicuscentrums dabei im Spiel ist, beweist der Fall von Merkel (l. c.), wo bei linksseitiger Hemiplegie die sonst starre Pupille der gelähmten Seite die Verengung während der Athempause, wenn auch in geringerm Grade mitmachte.

2) Nagels J.B. II. S. 135.

anhäufung im Blut zeigen. Beenen[1]) hat nachgewiesen, dass die Erweiterung ausbleibt, wenn vorher der Sympathicus durchschnitten wurde, während daneben die heftigsten Krämpfe auftraten. Auch aus diesen Versuchen ergibt sich, dass Kohlensäure für das der Dilatation der Pupille vorstehende, beziehungsweise deren vasomotorisches Centrum als reizender Faktor wirkt, woraus wir entnehmen einmal eine weitere Wahrscheinlichkeit[2]) für die Identität des vasomotorischen und des Dilatationscentrums der Iris und für das eben Besprochene, dass es sich bei der Erweiterung der Pupille, welche zugleich mit Convulsionen und Bewusstlosigkeit bei allgemeiner Ernäherungsstörung im Gehirn auftritt, um Reizung des genannten Centrums durch Kohlensäure (direkt oder reflektorisch von der Gehirnrinde aus) und dadurch bedingte Contraction der Irisgefässe neben gleichzeitiger Lähmung des Sphinkter handle. Ob die fragliche Reizung nicht auch schon in dem Stadium vorhanden ist, wo wir Verengung der Pupillen beobachten[3]), muss dahin gestellt bleiben, weil wir aus dem physiologischen Experimente wissen, dass bei gleichzeitiger Reizung des Oculomotorius und des Sympathicus ganz gut nicht mittlere Weite, sondern Verengerung der Pupille eintreten kann. Es kann dies gleichzeitige Vorhandensein einer Reizwirkung auf beide Centra auch deshalb um so weniger absolut negirt werden, weil das Oculomotoriuscentrum, das zu einer Zeit, wo das Dilatationscentrum gereizt ist, schon absolute Lähmung zeigt, gewiss vorher bei Einwirkung geringerer Störungen diesem auch in der Reizbarkeit voraus ist.

Ebenso muss für manche Fälle dahingestellt bleiben, ob

---

1) Beenen, Einiges über die Wirkung des Strychnins. Dissert. Greifswald 1874.

2) Dafür sprechen auch die eben angeführten Versuche von Navalichin, Mosso, Conty.

3) Das ist um so mehr anzunehmen, als in diesen Stadien immer Zeichen von Reizung der Rinde vorhanden sind und diess — in direktem Gegensatz zu der Griesinger'schen Anschauung — nach den im physiologischen Theile angeführten Experimenten Dilatation der Pupille hervorruft.

an der Erweiterung der Pupille nicht eine primäre Blutarmuth der Iris Theil habe, so namentlich für diejenigen unter den Kussmaul'schen Versuchen, wo grosse Blutentleerungen am Halse gemacht wurden, und für manche Fälle von pathologischer primärer Gehirnanämie. Abgesehen von der mehr mechanisch entstehenden bei Zuständen, die akute universelle Anämie erzeugen, kommt hier in Betracht die Gehirnanämie bei plötzlicher ungleicher Vertheilung der Blutmenge auf verschiedene Körperregionen, bei ungenügender Energie der Herzthätigkeit, auch die auf dem Weg arteriellen Gefässkrampfs zu Stande kommende akute Hirnanämie. Wenn eine solche plötzliche abnorme Innervation das gesammte Gebiet der Carotis interna trifft, so wird wohl auch der ihr angehörige Bezirk der Ophthalmica nicht verschont bleiben. In solchen Fällen würde es sich allerdings auch um einen Reizzustand des vasomotorischen Centrums der Iris handeln, aber um einen primären, nicht erst durch die Ernährungsstörung bedingende Gehirnanämie entstandenen; natürlich kann hier nie der Erweiterung Verengerung vorangehen.

Auch bezüglich der Pupillarcontraction in diesen Zuständen, die wir, wie schon bemerkt, als Reizerscheinung Seitens des Oculomotorius auffassen, finden sich in den Versuchen von Manz[1]) Anhaltspunkte, die dafür sprechen könnten, dass bei der in den Stadien des geringen Drucks auftretenden Pupillarcontraction es sich um mechanische Behinderung des Blutabflusses aus der Iris handeln könnte. Manz fand nämlich nach Injektion von erwärmtem Wasser in den Subduralraum constant stärkere Füllung und Schlängelung der Venen der Retina, was auf Behinderung des Blutabflusses durch die Orbitalvenen in den Sinus cavernosus hindeutet. Bei Steigerung des Drucks würde dann die Reizung des Sympathicus nebst der dadurch bedingten Contraction der Irisgefässe stark genug sein, den Widerstand zu überwinden und auf den gewöhnlichen oder collateralen Bahnen (Sesemann) das Blut zu entleeren und die Iris dadurch zu verkleinern.

---

1) l. c.

Dennoch kann diesen mechanischen Verhältnissen keine zu grosse Bedeutung eingeräumt werden, jedenfalls keine solche, wie es Drouin[1]) thut, dem mit Gehirnanämie Mydriasis d. h. Irisanämie, mit Gehirnhyperämie Myosis d. h. Irishyperämie unzertrennlich verbunden erscheint. Dagegen zeugen ausser den schon angeführten Experimenten die von Wernicke[2]), welcher nach Durchschneidung des Oculomotorius Aenderung des Blutdrucks ohne Einfluss auf die Pupille gesehen haben will, insbesondere aber auch die Thatsache, dass man am Lebenden bei Stauungen im Gebiete der obern Hohlader Verengung der Pupille keineswegs constant und in ausgeprägter Weise auftreten sieht. Unter allen Umständen sind es daher doch hauptsächlich Innervationsstörungen, womit wir hier zu rechnen haben. —

Am Krankenbette treffen wir diese Verhältnisse und ihre Wirkungen, allgemeine Funktionsstörungen Seitens des Gehirns neben speziellen Erscheinungen an der Pupille zahlreich vertreten. Nicht blos primäre Anämie und Hyperämie gehören hierher, sondern die vielerlei Erkrankungen, welche in akuter Weise eine Behinderung des Blutkreislaufes und damit der Ernährung innerhalb der Schädelkapsel bedingen: die Meningiten also mit ihren Exsudaten, die akuten Hydrocephalieen, akute Oedeme, spontane und traumatische Blutergüsse, Schädelbrüche mit Impressionen, die letztaufgezählten oft mit gleichzeitigen Symptomen, die auf den beschränkten Sitz der Erkrankung hinweisen, und, soweit sie von diesem aus die Pupille betreffen, später besprochen werden. Chronisch entstehende und anwachsende Drucksteigerungen bedingen keine allgemeinen Funktionsstörungen im eigentlichen Sinne, d. h. abnorme Thätigkeit oder Lähmung normaler Elemente, insofern sie theils durch Resorption von Liquor cerebrospinalis theils durch Druckschwund des Hirngewebes compensirt werden; wohl aber begünstigen sie deren Eintritt, indem sie den Schädelraum noch ungeeigneter machen, den verschiedenen Umfangsschwankungen seines In-

---

1) l. c.
2) Nagels J.B. III. S. 298.

haltes sich anzupassen, als dies ohnehin der Fall ist. So sehen wir denn gerade bei solchen Erkrankungen (namentlich also Tumoren) häufig solche vorübergehende Anfälle mit allgemeinen Funktionsstörungen neben den in ihrem langsamen Gange fortschreitenden speciellen Symptomen.

Die zu erwartenden Symptome an der Pupille, Myosis in den geringern, Mydriasis in den höhern Graden, trifft man bei allen diesen Erkrankungen, sofern nur die Ernäherungsstörung rasch eintritt und ihr Grad allmählich die Höhe erreicht, dass beide Symptome auftreten können. Je akuter und hochgradiger sie auftritt, um so rascher geht die Pupillencontraction in Pupillendilatation über. Bei den akutesten Fällen von Anämie, wie sie uns das Bild der Ohnmacht vorführt und wie sie entsteht durch plötzliche, erschöpfende Blutungen (Metrorrhagieen, heftige Epistaxis, Operationen mit grossem Blutverlust) oder collaterale Fluxionen zu andern Organen (z. B. bei Punctio abdominis, zu rascher Entleerung des Uterus, Anwendung des Jounod'schen Stiefels), kann eine vorherige Verengerung der Pupille ganz ausbleiben: die Kranken werden sofort unempfindlich gegen Sinneseindrücke, vermögen sich nicht mehr zu bewegen etc. — die Pupillen werden weit.

Bildet sich die Anämie jedoch allmählich zu diesem Stadium heran, so durchläuft sie vorher ein anderes, in welchem man enge Pupille durch Reizung des Oculomotoriuscentrums beobachten kann. Dies ist der Fall bei allgemeinen Schwächezuständen, wo eine Abnahme der gesammten Körperblutmenge oder auch nur der wichtigsten Bestandtheile des Blutes stattgefunden hat. Geradezu typisch für diese Reihenfolge der Symptome ist das Hydrocephaloid der Kinder, von dem Marshall Hall zwei Stadien unterscheidet, das der Irritation und das des Torpors. In jenem finden sich neben andern Reizerscheinungen enge, im letztern neben allgemeiner Prostration weite Pupillen.

In gleicher Weise, wie die akute primäre Anämie treten jene akuten Fälle von sekundärer Anämie in Erscheinung, welche bei Blutungen im Gehirn oder in die Meningen, bei serösen Ausschwitzungen in die Ventrikel oder die Gehirnsubstanz durch

sofortige Druckanämie die unter dem Namen des apoplektischen Insultes (Apoplexia haemorrhagica, meningea, serosa) bekannten Symptome hervorrufen. Im ausgeprägten Anfall liegt der Patient bewusstlos und regungslos da, die Reflexerregbarkeit ist erloschen, die Sphinktern gelähmt, die Pupillen erweitert[1]) ohne Spur irgend welcher Reaktion. Ist jedoch die Drucksteigerung nicht so hochgradig, so kann neben der Bewusstlosigkeit nur Enge der Pupillen mit erhaltener, obwohl träger Reaktion da sein, indem die Ernährungsstörung stark genug ist, die sehr empfindlichen Rindenschichten zu lähmen, dem Oculomotoriuscentrum aber noch als Reiz dient. Für den apoplektischen Insult sind desshalb die Pupillen keineswegs typisch, wohl aber können sie je nach ihrer Weite und Reaktionsfähigkeit ein Zeichen für die grössere oder geringere Heftigkeit des Anfalls abgeben, insofern als weite starre Pupillen auf eine höhere Drucksteigerung, enge mit erhaltener Reaktion je nach der mehr weniger grossen Trägheit dieser letztern auf eine mehr weniger geringe hindeuten, also einen Schluss auf die Menge des extravasirten Bluts, der ergossenen Flüssigkeit etc. machen lassen. Als Beispiele von Apoplexia serosa mögen folgende zwei Fälle angeführt werden: bei einem Knaben waren nach einer Kniegelenksresektion heftige Erscheinungen einer akuten Gehirnaffektion aufgetreten, darunter neben heftigen Krampfanfällen, Schmerzen in den Beinen, heftigem Kopfweh, enge Pupillen. Später erfolgte Coma, mit welchem Zustand der Pupillen ist nicht gesagt, wahrscheinlich waren sie dabei weit. Sektion ergab akutes Hirnödem, in den Ventrikeln ein Drachme Serum (Billroth nach Huguenin, Hydrocephalus und Oedem des Hirns. Ziemssen's Handbuch, Supplementband. 1878. S. 18). Der zweite Fall ist von Huguenin (das. S. 19): Eine an Nierencirrhose leidende Frau war unter convulsiven Anfällen und Coma gestorben; in diesem waren die Pupillen weit und starr, Bulbi nach rechts gedreht. Sektion ergab Hirnödem, in den Ventrikeln 30 grm. Serum.

---

1) In der Mehrzahl der mir vorgekommenen Fälle war die Erweiterung nicht eine maximale (8—10 mm. Durchmesser), sondern eine mittlere (5—7 mm.).

Dieser eben angeführte Fall zeigt, dass wir auch die Pupillenphänomene bei den urämischen Convulsionen hier besprechen müssen, wenigstens soweit sie nach Traube's Theorie (wie in dem Huguenin'schen Fall z. B.) ihren Grund in akutem Oedem des Gehirns und dadurch bedingter capillärer Anämie desselben haben. So sind denn diese Convulsionen stets mit weiten, starren Pupillen verbunden, sofern das Oedem sehr hochgradig ist. In andern Fällen aber bei Pupillen von mittlerer Weite und erhaltener, wenngleich träger Reaktion müssen wir auf eine weniger starke Ausbreitung oder Intensität des Oedems schliessen, wie denn z. B. Michelson[1]) in einem solchen Falle statt Convulsionen nur Jactation, statt Bewusstlosigkeit nur Benommensein des Sensoriums beobachtet hat. In manchen Fällen treten bei chronischen Nephriten, sei es nach vorhergegangenem sogenannten urämischen Anfall, sei es ohne diesen, plötzlich Amaurosen auf, die den Charakter rein cerebraler Erblindung haben und bei welchen die Pupillarreaktion vollständig erhalten ist. Diese Fälle, zuerst von v. Gräfe[2]) gewürdigt, sind seitdem zahlreich beobachtet worden, als typisches Beispiel möge folgender Fall von Power[3]) angeführt werden:

Ein 17jähriges Mädchen bekam am 19. Tage der Scharlacherkrankung, während sie noch leicht abschuppte, einen Anfall von Schauder, Kopfschmerz, Schlafsucht. Bald stellte sich Fieber, Albuminurie, hydropische Schwellung, Erbrechen ein. Am 10. Tag nach der neuen Erkrankung erwachte sie früh Morgens mit einem heftigen Anfall von Erbrechen und mitten in demselben verlor sie plötzlich die Sehkraft der Augen. Die Pupillarreaktion bestand unverändert fort. Am 5. Tage darnach begann sich die Sehkraft zu bessern, bis sie nach 3 Wochen wieder ganz normal war.

In diesen Fällen muss angenommen werden, dass das Oedem, welches den urämischen Anfall veranlasst hatte und nach seinem

1) Berliner klin. Wochenschr. 1877. Nr. 53.
2) Archiv für Ophthalmologie XX. 1. p. 133.
3) Nagels Jahresbericht II. 341.

Verschwinden keine allgemeinen Symptome mehr auslöst, an einer bestimmten Stelle des Gehirns stärkere, langsamer sich ausgleichende Störungen hinterlassen hat, respective dass nur an dieser Stelle ein geringeres Oedem, das hochgradige Allgemeinerscheinungen nicht auszulösen vermochte, aufgetreten war. Diese Stelle muss sich da befinden, wo die excitorischen Fasern des Opticus, die zum Oculomotorius hin verlaufen, sich von den andern, welche die Lichtempfindung zum Perceptionscentrum bringen, bereits abgezweigt haben.

Aehnliche Fälle sind aber auch sonst beobachtet worden, wobei es sich nicht um urämische Processe gehandelt hat, wahrscheinlich sind es vorübergehende circumscripte Hyperämieen gewesen. So berichtet Emmert[1]) einen Fall von mehrmals auftretenden, aber vorübergehenden Anfällen von Erblindung bei einem 11jährigen Mädchen, während welcher die Pupillen vollkommen reagirten. Was für eine Gehirnkrankheit dem sehr merkwürdigen Falle Jodko's[2]) zu Grunde liegt, muss dahingestellt bleiben: »Ein 34jähriger Patient verfiel plötzlich ohne nachweisbare Ursache in eine Art von Tetanus mit Verlust des Bewusstseins. Nach 5stündiger Dauer des Anfalls trat vollständige Amaurose und Aphasie ein, Augenhintergrund aber und Reaktion der Iris zeigte sich bei der Untersuchung völlig normal. Nach 5wöchentlicher Behandlung kehrte das Sprechvermögen vollkommen zurück — was die Augen anbelangt, blieb das linke absolut amaurotisch, während das rechte in 10 Fuss Distanz Finger zählte. Reaktion der Iris beiderseits normal.« Ein Zweifel darüber, dass der Sitz der Erkrankung in diesem Fall an der von v. Gräfe gekennzeichneten Stelle sein muss, kann gemäss dem Zustand der Pupillen nicht obwalten.

Gerade dieser Fall[3]) aber beweist, dass die Meinung v. Gräfes[4]) nicht für alle Fälle richtig ist, wonach nämlich die er-

---

1) Nach Nagels J.B. VII. S. 412.

2) Daselbst S.4 14.

3) vgl. auch einen Fall von Hirschberg (Beobachtungen über plötzliche Erblindung durch intracranielle Processe. Berl. klin. Wochenschr. 1869. Nr. 37).

4) l. c.

haltene Pupillarreaktion ein Zeichen günstiger Prognose bezüglich der Wiederherstellung der Sehkraft sein soll: »ein derartiger, cerebraler Process (rein circulatorisch oder auf Oedem beruhend) kann nicht wohl mit Fortbestehen des Lebens derartige Residuen hinterlassen, welche eine dauernde Abschneidung aller Communikation zwischen Vierhügelgegend und Ort der Lichtwahrnehmung bedingen.« Das scheint eben doch der Fall sein zu können.

Den urämischen Convulsionen sehr nahe verwandt sind die eklamptischen und diesen die epileptischen. Ob letztere, was bei ihrer grossen Aehnlichkeit mit den durch experimentelle akute Gehirnanämie bedingten Anfällen wahrscheinlich erscheint, auf einer solchen beruhen, mag dahingestellt bleiben. Die Pupillenphänomene stehen dieser Annahme nicht im Wege: die Sehlöcher sind weit und starr, eine Erscheinung, welche diagnostisch von unumstösslichem Werthe ist. Simulanten können sie niemals nachmachen. Im Beginne des Anfalles soll man nach Bovel und Galezowski[1]) abwechselnd Erweiterung und Verengung der Pupille beobachten, einen Zustand also, der mit einer später zu besprechenden, im ersten Stadium akuter Meningitis beobachteten Erscheinung übereinstimmen und eher auf Hyperämie im Gehirn deuten würde.

Am Geeignetsten glaube ich hier die Mittheilung einer Beobachtung einschieben zu können, welche ich während meiner Dienstzeit im Garnisonlazareth München zu machen Gelegenheit hatte.

Der Rekrut E., seit Anfang November zum Militär eingezogen, hatte, scheinbar gesund, Anfangs die körperlichen Anstrengungen des Dienstes aufs Beste ertragen, bis er Mitte December plötzlich ohne allen Anlass bei Nacht von den heftigsten Convulsionen ergriffen wurde, die fast die ganze Nacht hindurch continuirlich fortdauerten. Bei seiner des andern Tags erfolgten Aufnahme in's Lazareth ist Patient auffallend apathisch, gibt keine Antwort auf an ihn gestellte Fragen, das Wenige, was er spricht, lässt deutlich eine Affektion der bei der Sprache

1) Nagels J.B. fortgesetzt von Michel VIII. S. 229.

thätigen Muskulatur merken; an der Pupille Nichts Besonderes. Andern Tags ist der Zustand des E. normal, nur deprimirte Gemüthsstimmung neben Unlust zum Denken und Sprechen ist geblieben und dauert während der nächsten 8 Tage fort. So sollte er am 24. Dezember in seine Heimath entlassen werden.

Plötzlich aber in der Nacht vom 23. zum 24. bekommt er ohne weitere Ursache wieder die heftigsten Krampfanfälle, nach Angabe des Wärters sieben, durch kurze Pausen von einander getrennt. Morgens fanden wir den Kranken wie immer vorher: Herz- und Athmungsthätigkeit war normal, keinerlei Lähmungserscheinungen, Pupillen gleich weit, gut reagirend. Da man von anderer Seite erfahren hatte, dass E. vor längerer Zeit einmal gestochen worden sei, wurde nach den Spuren einer etwaigen Verletzung gefahndet, und fand sich denn auch an der Stirne gerade auf der Grenze der beharrten Kopfhaut zwei Finger breit nach Links von der Mittellinie eine schräg von Innen und Oben nach Aussen und Unten verlaufende 1 cm. lange feine Narbe, der entsprechend man am Knochen eine von leicht erhabenen Rändern begrenzte Furche fühlte. Auf Befragen brachte man denn auch aus E. heraus, dass er vor 1 Jahr einen Messerstich in die Stirne erhalten, gleich darauf an Krämpfen und Anfällen von Bewusstlosigkeit gelitten habe, nach 8 Tagen aber wieder ganz gesund gewesen und bisher gesund geblieben sei. Ueber Tag stand der Kranke wieder auf, zeigte guten Appetit, überhaupt wieder normales Verhalten.

In der folgenden Nacht aber hatte der Patient wieder 7 Anfälle gehabt und bot am 25. Morgens bei der Visite erstmals die Gelegenheit zu einer ärztlichen Beobachtung seiner Anfälle. Er liegt auf der rechten Seite, Gesicht congestionirt, Puls frequent, voll, Athmung normal, Bewusstsein vorhanden, gibt auf Befragen nach seinem Befinden die Antwort: »gut«. Plötzlich stösst er einen Schrei aus, die Muskulatur der rechten Gesichtshälfte geräth in die lebhaftesten Zuckungen, zu gleicher Zeit sind die Pupillen weit und gegen Licht unempfindlich geworden, das Bewusstsein geschwunden. Nach 1/2 Minute hört das Alles ebenso rasch, wie es gekommen, wieder auf, nur vermag der Patient den Mund nicht recht zu öffnen und daher

trotz wiedergekehrten Bewusstseins keine deutliche Antwort zu geben. Nach etwa 1/4 Stunde wiederholt sich dieselbe Scene.

Bis Nachmittags 2 Uhr hatten sich nach Angabe des Wärters die Anfälle in gleicher Weise alle 1/4 bis 1/2 Stunden wiederholt, sie seien immer stärker geworden, seit 1 Uhr sei in den Zwischenpausen auch nie mehr das Bewusstsein zurückgekehrt. Auch will er bemerkt haben, dass der Anfall leichter und rascher aufgetreten sei, wenn der Kranke auf dem Rücken gelegen sei, während bei rechter Seitenlage die Pausen länger seien. Ich fand den Patienten bewusstlos, Kopf geröthet, Puls sehr frequent (120), Arterien stark gefüllt, Carotiden klopfend, Puls in den kleinen Verzweigungen der Temporalarterie gut zu fühlen. Die Pupillen sind sehr eng (fast stecknadelkopfgross), ohne Reaktion. Plötzlich beginnen mit einem Schrei heftige klonische Zuckungen der rechtsseitigen Gesichtsmuskeln, in wenigen Sekunden gefolgt von solchen der linken Gesichtshälfte, endlich schliesst sich daran eine Betheiligung der Hals-, Rumpf-, Extremitätenmuskeln immer so, dass die rechte Seite zuerst beginnt [1]). Die Pupillen haben sich dabei bedeutend erweitert (6—8 mm. Durchmesser) und zeigen keine Spur einer Reaktion auf Licht, auf Corneareizung, auf pheriphere Reizungen (Anrufen, Nadelstiche), so wenig wie vorher im comatösen Zustand. Der Puls an der Radialis ist während der Krampfanfälle leer geworden, die Carotiden klopfen weniger, die Temporalis ist als harter Strang zu fühlen, in dem aber die Pulsation nicht wahrgenommen werden kann. Nach einer Dauer von circa 2 Minuten hören die Krämpfe auf und tritt das schon geschilderte Stadium der Erschlaffung wieder ein. Nach 5 Minuten Pause dasselbe Bild und so fort mit immer kürzeren Pausen, immer häufigeren Anfällen, bis Abends 1/2 10 Uhr der Tod eintritt.

Die Sektion ergab einen haselnuss grossen graugelben Er-

---

1) Auf die Bedeutung dieses Falles für anderweitige Fragen, die Funktionen der Grosshirnrinde insbesondere, die im Hinblick auf die Fritsch-Hitzig'schen Versuche und die Fälle Wernher's in die Augen springt, kann hier nicht näher eingegangen werden.

weichungsherd in der ersten linken Stirn
der schon geschilderten Stirnnarbe in Ha
auch in der Dura als feine Linie zu erkenn

Um was es sich in diesem Falle gel
um das terminale Stadium eines trauma
Latenz symptomlosen Hirnabscesses, herb
sekundäre Meningitis, noch durch Durchb
Aussen, auch kein ausgebreitetes Oedem
den; die Erscheinungen vor dem Tode kc
erheblichen Circulationsstörnngen innerh
beruhen. Die Anfälle bekundeten sich
plötzlich auftretender und wieder versch
Begleiterscheinungen (an den Arterien)
Krampf der Gehirnarterien erzeugter Hirna
liegende Coma charakterisirt sich als jen
sein aller centralen Funktionen mit Au
Respiration und Circulation, wie ich [1])
dium der Chloroformnarkose geschilder
speciell waren in ihrem absoluten Ruhez
centren ausser Thätigkeit, die Irisgefässe
Sehloch eng. Mit der plötzlich eintreten
folgte Reizung des Dilatationscentrums, s
der Grosshirnrinde (Angesichts der Reihe
Krämpfe die verschiedenen Körperregion
griffen, wohl denkbar) oder direkt; nicht
kann die Annahme, dass gleichzeitig mit d
hirnarterien eine solche der Pupillengefässe
log der Gehirnanämie primär Irisanämie v

Zum Schluss der Besprechung der
Gehirnanämie sei erwähnt, dass auch
der Commotio cerebri von Manchen auf
führt werden, indem man aus experim

glaubte [1]). Die Pupillarphänomene sprechen ni
für erstere Annahme. Nach den verschiedenen
Autoren findet man sie bald eng, bald mässig
stark erweitert, ihre Reaktion geschwächt oder
hoben. In den meisten und ausgebildeten Fälle
doch Weite und Starrheit der Pupille vorhanden
mählich contrahiren sie sich wieder und empfa
aktionsbeweglichkeit zurück. Wichtig ist und be
allgemeinen Charakter der Commotionserscheinu
zu erwarten, dass die Pupillarerscheinungen dop
Ungleichheit der Pupillen bei schwerer Commo
ein sicheres Zeichen, dass andere materielle Verl
gleicher Zeit vorhanden sind.

Wenden wir uns zur Hyperämie des Gehir
wir bei der fluxionären Form den experimentelle
analog in leichten Graden neben andern Reizersch
Pupillen [3]) (wohl zugleich durch vermehrten Blutg
in den höchsten, aber seltenen Graden kann die
Drucksteigerung so stark werden, dass auch Lähmu
motorius neben andern Depressionserscheinungen a
wichtigen Fall der Art führt Nothnagel [4]) a
vollständigem Coma die rechten Extremitäten ganz
und mit geringen Unterbrechungen den Sitz v
bilden; die rechte Pupille ist verengt, die linke
Augen beide nach Links deviirend. Die Sympton
den völlig wieder am andern Tage. In diesem F
sich um hochgradige Hyperämie der linken Hirnhä
zu haben, welche etwa in folgender Weise ihre
störende Wirksamkeit entfaltet haben mag: seku
des ganzen Schädelinhaltes, stark genug, die ga
ausser Thätigkeit zu setzen — Coma — stärker

linken Gehirnhälfte, Lähmung des gleichseitigen Oculomotoriuscentrums, daneben Reizung der Centren in der Brücke (die sich nach Nothnagel durch die Krämpfe äussern) und des Dilatationscentrums der Pupille — geringere Anämie der rechten Gehirnhälfte, Reizung des Oculomotorius. Die Deviation der Augenaxen möchte vielleicht mit den Adamük'schen Experimenten in Vergleich zu setzen sein.

Bei venöser Hyperämie findet man, wenn sie chronisch ist, also auf Herzfehlern, Emphysem etc. beruht, die Pupille etwas erweitert und träge reagirend, wohl in Folge herabgesetzter Reizbarkeit des Oculomotorius, während akute Fälle von venöser Hyperämie von starker Contraction der Pupille begleitet sind. Die letztere Erscheinung wird kaum auf nervöse, sondern auf mechanische Einflüsse zurückzuführen sein und ihren Grund in dem gehemmten Blutabfluss aus den Gefässen der Iris haben.

Bei den meningitischen Erkrankungen sind die Pupillarerscheinungen nicht so einfach zu erklären: wenn man im Anfange derselben enge Pupillen beobachtet, so darf man diese wohl auf Rechnung congestiver Hyperämie mit Oculomotoriusreizung setzen. Die Thatsache, dass man in diesem Stadium nicht selten Hippus zu sehen bekommt, setzt es ausser Zweifel, dass die Pupillarphänomene um diese Zeit Reizerscheinungen sind. Vielleicht ist der Hippus ein Zeichen, dass beide Centren oder das Oculomotoriuscentrum und die Grosshirnrinde zugleich einer abnormen Reizung unterliegen, also zugleich zwei in verschiedenem Sinne wirkende Faktoren auf die Iris sich geltend machen und der rasche Wechsel in der Pupillenweite dem ebenso rasch wechselnden Ueberwiegen der Irritation an der einen oder der andern Stelle im Gehirn entspricht. Im zweiten, dem Depressionsstadium sind die Pupillarerscheinungen ausserordentlich inconstant. Sie bestehen meist in einer unvollständigen, oft nur angedeuteten Erweiterung bei der Meningitis simplex, welche aber auch in diesem zweiten Stadium mit Pupillenverengerung einhergehen kann. Manchmal sind die Pupillen ungleich weit [1]), ihre Reaktion auf Licht ist eine verschiedene,

1) Gerhardt, Lehrbuch der Kinderkrankheiten S. 586. Ebenso von

man hat also Erscheinungen, welche zusammen mit andern Herdsymptomen (Ptosis, Strabismus, Paresen der Extremitäten) zugleich einhergehen, dabei oft wechseln. Nicht charakteristischer ist die Sache bei der Basalmeningitis: die Pupillen zeigen sich oft verengt, selten während des ganzen Verlaufs; ihre Erweiterung wird später von Tag zu Tag bedeutender und auch der Lichtreiz wird dagegen unwirksam. Häufiger als bei der einfachen finden sich bei der Basalmeningitis ungleiche Pupillen. Für die erstere Form wird die Ungleichheit der Pupillen nur damit erklärt werden können, dass man annimmt, es sei in den fraglichen Fällen die Exsudation und damit der Druck an der einen Hemisphäre stärker gewesen als an der andern, habe somit einen ungleichen Grad der sekundären Anämie in beiden Hirnhälften hervorgerufen. In den Fällen der zweiten Art lässt der Sitz des meningitischen Exsudates an der Basis und in den Hirnhöhlen Erscheinungen verschiedener Art je nach dem Druck auf die dort verlaufenden Nerven oder auf die Gebilde in der Nachbarschaft der Ventrikel (Vierhügel) erwarten und erklären. Wo aber im einzelnen Falle nun gerade der Angriffspunkt zur Erzeugung der Pupillarsymptome ist, lässt sich nicht einmal an der Leiche erkennen, geschweige denn im Leben diagnosticiren. »In einer Reihe von Fällen, sagt Huguenin[1]), war das Neurilemm des Oculomotorius in die Entzündung hineingezogen, seine Fasern aber intakt. Zu gleicher Zeit aber zeigte sich der Aquaeductus Sylvii bedeutend erweitert.« Auch die Lage des Kranken[2]) ist für die Ungleichheit der Pupillen mit verantwortlich gemacht worden, indem das in den Hirnventrikeln befindliche Exsudat dem Gesetz der Schwere nach auf die Seite, auf welcher der Kranke vorzugsweise liegt, einen stärkern Druck ausüben und deshalb dort stärkere Ernährungsstörungen und ausgedehntere Lähmungserscheinungen hervorrufen soll.

---

Niemeyer-Seitz u. a. angegeben. Huguenin dagegen, l. c. S. 440 will partielle Erweiterung nur einer Pupille im Depressionsstadium nie gesehen haben.

1) l. c. S. 508.

2) Wilks nach Gerhardt l. c. S. 578.

Wie bei der einfachen Convexitätsmeningitis ist auch bei der epidemischen Cerebrospinalmeningitis die Pupille selten normal, in der Mehrzahl der Fälle verengt, in manchen, namentlich in der letzten Zeit vor dem Tode erweitert und zwar auf einem oder beiden Augen. Diese Angaben Niemeyers[1]) werden auch von andern Beobachtern bestätigt[2]). Griesinger fasste bekanntlich diese Erscheinung als »Reizsymptom von der Convexität« auf, eine Annahme, die mit den neuen physiologischen Untersuchungen nicht in Einklang steht; es ist eben Oculomotoriusreizung durch Druckwirkung Seitens des meningitischen Exsudats, vielleicht verbunden damit eine Behinderung des Blutrückflusses aus dem Auge durch dasselbe. Diagnostisch allerdings sprechen nach den angeführten Erfahrungssätzen enge Pupillen eher für nicht basale Erkrankungen, weil bei basalen direkte Betheiligung des Oculomotorius und Lähmung desselben näher liegt. Sonst können diese Affektionen der Pupille zur Differentialdiagnose insbesondere dann wichtig werden, wenn man schwankt zwischen Anämie (Hydrocephaloid) oder Hyperämie einerseits, meningitischen d. h. mit Exsudatbildung verbundenen Processen andererseits: ungleiche Weite der Pupille gibt neben andern Herdsymptomen, wie Strabismus, einseitige Ptosis etc. den sichern Entscheid für letztere.

Auch bei der Entzündung der Dura mater, der Pachymeningitis haemorrhagica interna chronica treten Erscheinungen an der Pupille auf und gerade bei dieser Krankheit legt Griesinger einen besondern Werth auf das Auftreten der Pupillenenge, als eines Reizsymptoms von der Oberfläche der Gehirnconvexität. Was davon im Allgemeinen zu halten, ist eben auseinandergesetzt worden; übrigens ist dieselbe nicht so constant, als vielfach angenommen zu werden scheint. Wenigstens

---

1) Die epidemische Cerebrospinalmeningitis in Baden. Berlin 1865. S. 49.

2) z. B. Reichmann, über das sporadische Auftreten der Meningitis cerebrospinalis epidemica. Dissert. Tübingen 1876. Willich, Aus der Tübinger Poliklinik des Herrn Prof. Dr. Jürgensen. Zur Lehre von den meningitischen Erscheinungen bei croupöser Pneumonie. Deutsche med. Wochenschr. 1879. Nr. 23 ff.

veröffentlichte Fürstner[1]) eine Reihe von Fällen, wovon die Mehrzahl allerdings enge Pupillen aufweist; bei manchen aber sind mittelweite beobachtet worden, woraus er den Schluss zieht, dass das Verhalten der Pupillen bei der Pachymeningitis inconstant und wenig charakteristisch sei. Ist übrigens Myosis in den meisten Fällen zu constatiren, so muss auch hier zugegeben werden, dass sie nicht bloss durch Innervationsstörung bedingt sein muss, sondern man hat in diesen Fällen um so eher an Circulationsbehinderung zu denken, als manchmal gleichzeitig auch andere Stauungserscheinungen am Auge beobachtet werden [2]).

Bei der Pachymeningitis acuta externa können keine charakteristischen Pupillarerscheinungen erwartet werden, da sie fast immer mit einer Leptomeningitis verbunden ist und deren Erscheinungen vorwiegen.

Wohl ebenso verhält es sich mit der Hirnsinusthrombose, bei welcher man gelegentlich Pupillarerscheinungen sekundär bekommen kann [3]).

---

Wesentlich andere Gesichtspunkte als bei der besprochenen Gruppe von Krankheiten innerhalb der Schädelkapsel bieten die Pupillarphänomene bei einer zweiten, nämlich bei denjenigen, die ihren Angriffspunkt speciell in einem der aus der Physiologie bekannten, für die Irisbewegung wichtigen Nervencentren und -bahnen innerhalb der Schädelkapsel haben und nicht bloss durch ihre Wirkung auf das Gehirn im Ganzen nun eben auch seine einzelnen, darunter die eben genannten Theile mit betreffen.

Beginnen wir mit dem Sehnerven, so ist klar, dass bei der Kürze seines Verlaufs vom Chiasma bis zu seinem Austritt aus der Schädelhöhle nur in seltenen Fällen eine intracranielle

1) Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. 1877. VIII. 1.

2) Fürstner l. c. Fall I.

3) z. B. Fall Kolb, Berl. klin. Wschr. 1876. Nr. 46, wo bei Thrombose des Sinus transversus u. petrosus superior in Folge von Otorrhöe 2 Anfälle von Bewusstlosigkeit mit Convulsionen auftraten, wobei die Pupillen gross und starr waren.

Erkrankung auf ihn eine Einwirkung wird haben können, ohne benachbarte Theile, besonders den Tractus in Mitleidenschaft zu ziehen. Doch sind Fälle vorgekommen (Blutextravasat, Aneurysma der Arteria cerebri anterior [1]), wo einseitige Amaurose mit der bei einer solchen zu erwartenden Aenderung in der Pupillarreaktion an dieser Stelle beobachtet wurde. Gerade diese letztere also, insofern sie denselben Charakter zeigt, wie die bei peripherer Amaurose, weist, wenn eine retinale oder intraorbitale Ursache für die Erblindung sicher ausgeschlossen werden kann, auf die genannte Stelle hin.

Weniger selten sind die Fälle von Hemiopie, welche wir durch einen Krankheitsherd im Tractus opticus (gleichseitige Hemiopie) oder im Chiasma (temporale, viel seltener nasale Hemiopie, jedoch sehr selten so rein im Gesichtsfeld abschneidend wie jene) erklärt finden und wo wir dem physiologischen Experimente gemäss eine Erweiterung der Pupille aber mit fortdauernder Lichtreaktion erwarten müssen. Der dem Centrum zugehende Reiz findet einen Theil der ihm zustehenden Wege unterbrochen, aber auf den noch übrigen Wegen gelangt er doch theilweise zum Ziel und vermag, wenn auch geringer und träger als sonst, Reaktion auszulösen. Die Pupillenphänomene sind demgemäss hier von geringer Bedeutung, daher in der Literatur der Hemiopie nirgends berücksichtigt. Nur Schweigger [2]) will Fälle beobachtet haben, wo bei hemiopischen Defekten der linken Gesichtsfeldshälften gleichzeitig Erweiterung der linken Pupillle, aber mit erhaltener Lichtreaktion

---

1) Stellwag l. c. II. Bd. S. 697 ff. Arlt l. c. III. 154 führt einen Fall von Carotisaneurysma an, wo anfangs nur einseitige Amaurose bestanden haben soll, was also mit der in Rede stehenden Krankheitsform übereinstimmen würde. Als der Fall in ärztliche Behandlung kam, war er schon complicirter. Ebendort S. 150 ist ein Fall (Brodie) angeführt, wo durch Querfractur des Keilbeins mit Dislokation die Sehnerven auf beiden Seiten gedrückt wurden. Da die Erscheinungen doppelseitig waren, konnte aus dem Verhalten der Pupille auf den Sitz kein Schluss gezogen werden, wie es bei einseitiger Verletzung und Amaurose der Fall gewesen wäre.

2) Handbuch der Augenheilkunde. III. Aufl. 1875. S. 548.

vorhanden war, und dies Moment zur Differentionaldiagnose gegen Hemiopie aus intracerebralen Ursachen benützen. Er stützt sich dabei auf das früher citirte Experiment Knoll's, allein dieses ist am Kaninchen gemacht und zeigte bei Durchschneidung des Tractus opticus vollständige Reaktionslosigkeit der entgegengesetzten erweiterten Pupille; zur Erklärung nahm dann Knoll eine Kreuzung der vom Reflexcentrum zwischen Opticus und Oculomotorius ausgehenden Fasern an. Warum diese Dinge sich nicht ohne Weiteres auf den Menschen übertragen lassen, ist eingehend dargethan worden. Sind daher die Schweigger'schen Beobachtungen richtig, so könnte man man nur Eines aus den Knoll'schen Ergebnissen zur Erklärung beiziehen, die Existenz nämlich eines doppelseitigen Centrums für die Reflexreaktion auf Licht. Die von diesen ausgehenden Oculomotoriusfasern aber würden sich wieder nicht vollkommen, sondern nur theilweise kreuzen und zwar so, dass eine grössere Anzahl von Fasern direkt, eine kleinere gekreuzt verliefe. Sonst wäre die Erhaltung der Reaktion auf Licht in der erweiterten Pupille nicht verständlich. Das ist aber eine complicirte, anderweitig durch Nichts gestützte Annahme. Die Frage, ob es sich in den Schweigger'schen Fällen nicht um Complicationen oder um zufällige individuelle Eigenthümlichkeiten gehandelt habe, ist daher wohl gerechtfertigt.

Die anatomische Ursache solcher basalen Hemiopieen kann eine sehr verschiedene sein: Traumen, Hämorrhagieen, Tumoren (besonders syphilitische Gummata und tuberkulöse Neubildungen), Aneurysmen (Carotis interna und Circulus arteriosus Willisii), entzündliche Processe (ebenfalls wieder häufig syphilitischer Natur) und Aehnliches.

Häufiger jedoch als Hemiopie bedingen diese Dinge doppelseitige Amaurose, wenn sie sich nämlich nicht auf einen Theil des Chiasma oder einen Tractus beschränken, sondern eine totale Destruction desselben im Gefolge haben. So kann denn Hemiopie in doppelseitige Amaurose übergehen [1]), womit selbverständlich völlige Reaktionslosigkeit der Pupille bedingt sein muss. Dass

1) Fälle bei Stellwag l. c. S. 697 ff., Arlt l. c. 150 u. 165.

hiebei letztere an sich ohne besondern diagnostischen Werth ist, liegt auf der Hand.

Aber auch noch während seines Faserverlaufs im Gehirninnern selbst können Leitungsunterbrechungen des Opticus Störungen in der Pupillarbewegung auslösen [1]), ja wir sind in manchen Fällen gezwungen, anzunehmen, dass die pathologischen Veränderungen auf die zum Reflexcentrum ziehenden Fasern des Sehnerven nach ihrer Trennung von den übrigen beschränkt und diese letztern d. h. die zum Sitz des Bewusstseins ziehenden intakt sind [2]). Gehört hierher möglicherweise der schon angeführte Fall Trnka's, so jedenfalls diejenigen Wernicke's [3]). Dieser fand an Geisteskranken bei normalem Sehen die eine Pupille eng, ohne Reaktion auf Licht, wohl aber auf Convergenz der Bulbi, die andere erweiterte Pupille reagirte auf Beides. Wernicke sucht, wie ich glaube mit Recht, den Sitz der Erkrankung (neben andern Herden natürlich) in den Fasern, welche den Opticus mit dem Oculomotoriusursprung verknüpfen.

Ebendahin müssen auch die Krankheitsherde verlegt werden, welche das von Vincent [4]) nachgewiesene eigenthümliche Verhalten der Pupillen bei der Mehrzahl der Fälle von progressiver Paralyse der Irren [5]) bedingen. Unter 21 von Vincent untersuchten Fällen von progressiver Paralyse fand er [6]) normale Reaction auf Licht und bei der Accommodation nur 3 Mal, 11 Mal dagegen geringe Reaction auf Licht, ausgeprägte Verengerung bei der Accommodation, 8 Mal völliges Erlöschen der Lichtreaction (bei erhaltenem Sehen) neben normaler oder doch deutlicher Mitbewegung mit der Accommodation. Alle Fälle waren ziemlich frisch, nur bei dreien bestanden die

---

1) Tumor in Seh- und Streifenhügel z. B. cfr. Stellwag l. c. 699 und Arlt l. c. S. 167.

2) Also der entgegengesetzte Fall, wie bei den anticipando besprochenen Fällen erhaltener Pupillarreaktion bei Urämischen.

3) Nagels J.B. III. 297.

4) Des phénomènes oculopupillaires dans l'ataxie locomotrice progressive et la paralysie générale des aliénés. Thèse. Paris 1877. S. 69 ff.

5) Ueber dieselbe Erscheinung bei Tabes s. unten.

6) S. 94.

Affektionen wenigstens 6 Monate, und gerade diese gehörten zu der letzten Kategorie. Wie einzig möglich, nimmt Vincent[1]) an, dass die pathologische Alteration »a détruit en totalité ou en partie cette portion de l'arc reflexe, qui relie le centre de perception du nerf optique au centre moteur du sphincter de la pupille«. Ich füge hinzu, dass man die reflexerregenden Opticusfasern nicht gerade als vom Perceptionscentrum zum Oculomotoriuscentrum verlaufend sich vorstellen muss, sondern dass diese wahrscheinlich[2]) schon vorher von den centralwärts verlaufenden Opticusfasern abgehen. Dass diese Pupillarerscheinungen diagnostisch von ausserordentlicher Wichtigkeit sind, ist um so klarer, als sie schon in frühen Stadien auftreten; auf anderweitige Irisphänomene bei der Paralyse werden wir zurückkommen. —

Funktionsunfähigkeit des Centrums der Pupillenverengerung in den Vierhügeln selbst ist ein seltenes Vorkommniss: man hat einschlägige Beobachtungen gemacht bei Umwandlung der Vierhügel in Tuberkelmasse, bei Tumoren in denselben, bei Atrophie derselben, bei fortgesetztem Druck benachbarter Tumoren in den Sehhügeln, im III. Ventrikel etc., bei multipler Sklerose, wenn in den Vierhügeln Herde bindegewebiger Degeneration auftraten; gewiss hat auch die so häufig auftretende Ungleichheit der Pupillen bei der Paralyse der Irren ihren anatomischen Grund in einer Erkrankung an dieser Stelle. Das beobachtete Symptom ist Erweiterung der Pupille meist mit Ausbleiben der vom Oculomotorius abhängigen Reaction. Es kann einseitig und doppelseitig auftreten, ist aber der Nähe des Optikus wegen selten ohne Complication Seitens dieses Nerven, sowie der andern Oculomotoriusfasern. Bei gleichzeitiger Amaurose ist natürlich nur schwer zu erkennen, wie viel an der in Erscheinung tretenden paralytischen Mydriasis der Leitungsstörung im Optikus, wie viel der Funktionsunfähigkeit im Centrum zuzuschreiben ist. Ist keine Amaurose da, so weiss man, dass die Erkrankung den Oculomotorius betrifft, wo aber,

---

1) S. 128.

2) Nach citirten Erfahrungen.

wird schwer zu diagnosticiren sein. Fehlen von Lähmungserscheinungen anderer benachbarter Hirnnerven wird Erkrankungen der Basis, Fehlen hemiplegischer Affektionen Unterbrechung der Oculomotoriusbahnen in der Brücke und in den Hirnschenkeln weniger wahrscheinlich machen, ohne aber gerade auf den Sitz in den Vierhügeln sicher hinzuweisen.

Einige casuistische Belege mögen hier Raum finden:

Rosenthal[1]) hat einen Fall beobachtet, wo während des Lebens die Pupillen stark erweitert waren und träge reagirten; man fand bei der Section am corpus quadrigeminum ein nussgrosses medullares Aftergebilde bis zur mittlern Commissur, beide Sehhügel auseinanderdrängend.

Fall von Steffann[2]): Umwandlung der Vierhügel in eine rundliche zerklüftete Tuberkelmasse, eclamptische Anfälle, beiderseits Ptosis und Mydriasis.

Manz[3]) bezeichnet als die häufigste Gruppe von Augenerscheinungen bei der inselförmigen Sklerose: Ptosis, Strabismus, einseitige und doppelseitige Mydriasis, träge oder aufgehobene Pupillarbewegung. In einzelnen Fällen ergab die Sektion Herde in den Vierhügeln (Schüle). »Wenn man auch den einzelnen Lokalisationen der sklerotischen Degeneration nicht zu grosse Bedeutung für die Diagnose zuschreiben darf, so sind doch die Beziehungen der obigen Sektionsresultate zu den Beobachtungen während des Lebens wichtig und interessant genug um eine genaue Analyse derselben wünschen zu lassen.«

Einen eigenthümlichen Fall von Sklerose führt Wernicke l. c. an, wobei die Pupille auf Licht, nicht aber auf Convergenz der Augenaxen reagirte. Er versetzt deshalb den Sitz der Erkrankung in das Centrum des Oculomotorius, von welchem der Willensimpuls auf die Pupille ausgeht und denkt an eine Erkrankung im Linsenkern oder in den Stabkränzen (was hierorts dahingestellt bleiben mag).

Aber nicht bloss Lähmungserscheinungen am Sphinkter wer-

---

1) Handbuch der Diagnostik und Therapie der Nervenkrankheiten. Erlangen. 1870. S. 63.

2) Berliner klin. Wochenschrift 1864. Nr. 20.

3) Nagel's J.B. I. S. 234.

den von hier aus erzeugt, sondern auch Reizerscheinungen, wie man denn den im Anfangsstadium der Paralyse zu beobachtenden Hippus [1]) als durch Circulationsstörungen an dieser Stelle hervorgerufen ansehen muss. Auf gleiche Weise muss auch, in einem Theil der Fälle wenigstens, die bei der Paralyse nach allgemeiner Angabe [2]) ausserordentlich häufige Differenz der Pupillen sowie die Myose erklärt werden. Einen Beweis dafür geben die Beobachtungen von Sander [3]), wonach er bei Paralytikern mit starker Myosis im Schlaf nicht selten eine geringe Erweiterung der Pupillen eintreten sah. Das deutet offenbar auf einen während des Wachens durch Reiz des Oculomotoriuscentrums erzeugten Sphinkterkrampf hin. In einem anderen Theile der Fälle von Pupillardifferenz bei der Paralyse muss die Affection ihren Sitz im Dilatationscentrum haben, wovon nachher die Rede sein wird. —

Von nicht zu unterschätzender diagnostischer Bedeutung sind häufig die Erscheinungen an der Pupille bei destruktiven Herden in der Brücke und den Grosshirnschenkeln, also dort, wo die Oculomotoriusfasern vor ihrem Austritt an die Basis ihren Durchgaug nehmen müssen. Selten vermag man eine während des Lebens beobachtete Myosis auf eine Reizung der Oculomotoriusfasern in dieser Gegend zurückzuführen, wie vielleicht in dem Fall von Penzoldt [4]), wo auffallende Enge und geringe Reaktionsfähigkeit der Pupillen die Entwicklung eines grauen, erbsengrossen Tuberkels der Brücke begleitet hatte. Dieselbe Beobachtung macht man bei rasch tödtlich verlaufenden Blutungen in die Brücke, wobei die Pupillen meist sehr eng sind und auf Licht sehr wenig reagiren, durch welches Verhalten eine Ponshämorrhagie einer Opiumvergiftung sehr ähn-

---

1) »fluctuations et ondulations sur le limbe de l'iris, qui se succèdent à intervalles irréguliers.« Vincent l. c. p. 70.

2) Kirn, zur Diagnose des Initialstadiums der Dementia paralytica progressiva. Deutsches Archiv für klin. Medic. XX. 1 u. 2. 1872. Huppert, Schmids J.B. 1877. Nr. 10. Hecker, die Ursachen und Anfangssymptome der psychischen Krankheiten, Volkmanns Sammlung Nr. 108; und andere.

3) Archiv für Psychiatrie etc. IX. 1.

4) Berl. klin. Wochschr. 1876. Nr. 38.

lich werden und die Diagnose Schwierigkeiten bereiten kann. Bei chronischen Krankheitsherden im Pons findet sich alternirende Hemiplegie: die Lähmung der Extremitäten manifestirt sich auf der entgegengesetzten Seite, im Gesicht entsprechen die Lähmungen des Facialis und der motorischen Augennerven (also auch des Sphincter pupillae) der Seite des Erkrankungsherdes. Bei wachsenden Herden (Tumoren) kann dann im Laufe der Zeit auch auf dem andern Auge Mydriasis auftreten. Beiderseitige Mydriasis von Anfang an trifft man nur bei solchen Erkrankungen, die von der Mitte der Brückensubstanz ausgehen und nach Vorn zu ihre destruktive Wirksamkeit entfaltet haben [1]). Da nämlich im Pons Varoli selbst keine Oculomotoriusfasern verlaufen, so müssen die angeführten Erscheinungen durch ihr Fortwirken auf die in unmittelbarer Nachbarschaft befindlichen Hirnschenkel auf die Pupille wirken, thun dies also namentlich dann, wenn der Sitz der Krankheit im vordern Theil der Brücke sich befindet und nun die fraglichen Theile der Grosshirnschenkel durch Druck, Hyperämie, sekundäre Erweichung etc. in Mitleidenschaft gezogen werden. In vielen Fällen von Ponsaffektionen fehlen daher alle Pupillarerscheinungen [2]).

Ist die anatomische Ursache einer einseitigen Mydriasis allein in einem Pedunculus cerebri, ohne dass die Brücke mitergriffen ist, so muss auch die Affektion des Facialis, wie die der Extremitäten auf der entgegengesetzten Seite sein (also nicht gekreuzte Lähmung, wie bei Ponsaffektionen [3]); der Sitz der Oculomotoriuslähmung entspricht der Seite des Krankheitssitzes [4]). Dabei brauchen nicht alle Zweige des Oculomotorius betroffen zu sein, nie fehlt aber die Lähmung des Levator pal-

---

1) vgl. Rosenthal l. c. S. 74 ff. Eulenburg, Lehrbuch der functionellen Nervenkrankheiten. Berlin 1871. S. 481.

2) vgl. Petrina. Klinische Beiträge zur Localisation der Gehirntumoren. Prager Vierteljahrsschrift. CXXXIV. S. 37. Eulenburg l. c. sagt geradezu, dass bei Ponsaffektionen mit Pupillarerscheinungen die Grosshirnschenkel stets mit ergriffen seien.

3) Eulenburg l. c.

4) Vgl. den Fall Petrina l. c. S. 21 ff.

ebrae superioris und des Sphincter iridis [1]). Unter Umständen vermögen die Pupillarerscheinungen ausnahmsweise an dieser Stelle auch einen Schluss auf die Art der Erkrankung zu gestatten: wenn man z. B. bei linksseitiger Hemiplegie neben rechtsseitiger Mydriasis und Ptosis (resp. totaler Oculomotoriuslähmung [2]) die Diagnose auf eine die Funktion des rechten Grosshirnschenkels störende Erkrankung gestellt hat, so weist eine später hinzutretende linksseitige Myose auf ein Wachsthum des Herdes mit Uebergreifen auf die andere Seite, eine Eigenschaft, die den Tumoren dieser Gegend ganz besonders zukommt [3]), während bei andern Krankheiten, insbesondere aber bei hämorrhagischen oder embolischen Erweichungsherden ein Weiterschreiten in dieser Art und damit die geschilderte Symptomenfolge niemals vorkommt.

Während seines Verlaufs an der Schädelbasis bis zu seinem Austritt aus dem Schädelraum kann der Nervus tertius mancherlei seine Funktionen vernichtenden Erkrankungen unterliegen: Aneurysmen der basilaren Arterien, besonders der zwei ihn umgreifenden (Arteria cerebelli superior und cerebri posterior [4]) können durch Compression Atrophie bedingen; ebenso hat man paralytische Mydriasis als Theilerscheinung allgemeiner Oculomotoriusparalyse oder -parese bei Verletzungen mit basalem Blutaustritt [5]), bei circumscripten meningealen Exsudaten [6]), bei Lues [7]) mit ihren verschiedentlichen Processen (Gummata in der

1) Nothnagel l. c. S. 122.

2) Auf andere Erscheinungen von Seite der Gefässe (Afanasieff und Budge), der Blase etc. kann hier nicht eingegangen werden.

3) Rosenthal l. c. S. 70.

4) vgl. Rauchfuss, Petersb. medic. Wochschr. 78. 7.

5) Bergmann l. c. sagt: »Durchtrennung des Oculomotorius bei Basisfractur noch nicht constatirt; dagegen sind mehrfach Blutaustretungen an der Basis bei traumatischen Oculomotoriuslähmungen beobachtet worden.« Ein Fall der Art ist offenbar der von Rothe nach Nagels J.B. VII. S. 530.

6) Fall von Michel: Oculomotoriuslähmung bei akutem Gelenkrheumatismus, Nagels J.B. VII. 459. Fall von Schöler, basilare Periostitis, N. J.B. VII. 530.

7) Von den Erlenmeyer'schen Fällen (die luetischen Psychosen etc. Neuwied 1877) sind manche so zu deuten.

Substanz des Nerven selbst, luetische Meningitis der Basis mit Bindegewebsneubildung und durch Schrumpfung bedingte Atrophie, syphilitische Exostosen), bei Uebergreifen chronisch-degenerativer Processe auf den Nerven selbst (z. B. bei multipler Sclerose [1]), Paralysis glossopharyngea [2]), Tabes, Paralyse der Irren etc.), endlich bei Neubildungen der verschiedensten Art. Die Symptome sind die der Oculomotoriuslähmung, an der Pupille also paralytische Mydriasis mittlern Grades, welche durch Atrophie noch gesteigert werden kann; die Lichtreaktion ist völlig erloschen. Nur sehr selten, z. B. bei ganz kleinen stationär bleibenden Aneurysmen [3]), bleiben die Erscheinungen auf den Augenmuskelnerv beschränkt. Es ist auch leicht begreiflich, dass, wenn in dem kleinen Raum an der Basis der mittlern Schädelgrube, wo eine so grosse Zahl von Nerven sich zusammengedrängt findet, einer derselben einer Krankheit unterliegt, die andern schwerlich davon ganz unberührt bleiben. Es zeigen sich daher bei diesen Formen der Oculomotoriuslähmung zahlreiche Erscheinungen von Seite benachbarter Gehirnnerven, mit ihnen die verschiedenartigsten Krankheitsbilder darstellend. Man findet dabei Lähmungen des Abducens, seltner des Trochlearis, namentlich häufig Amaurosen durch gleichzeitige Miterkrankung des Opticus. In letztern Fällen könnte manchmal die Art der Mydriasis zur Localdiagnose mithelfen: wenn beispielsweise bei einseitiger Amaurose nicht bloss bei Lichteinfall in das kranke Auge, sondern auch bei Reizung der gesunden Retina in ersterem eine Reaktion der Pupille ausbleibt, so wird man an einen Krankheitsherd zu denken haben, durch welchen nicht bloss der Opticus, sondern auch der Oculomotorius getroffen ist, also seinen Sitz an einer Stelle suchen, wo die Fasern der beiden Nerven nicht weit von einanderliegen. Dies ist aber an zwei Stellen der Fall: in den Seh- und Vierhügeln einerseits, an der Basis des Gehirns andererseits. Die Begleiterscheinungen wer-

---

1) Fälle von Leube, Hirsch, Lionville, Nagels J.B. I. 236.

2) Benedikt nach Nagels J.B. III. 458.

3) Rosenthal l. c. S. 43, besonders an der Art. communic. post., anfangs nur Erscheinungen vom III., dann anschliessend solche vom V. und VI

den eine Differentialdiagnose zwischen diesen zwei Möglichkeiten meist gestatten.

Langsam wachsende Tumoren der Basalgegend lösen manchmal, ehe sie durch Compression den Nerven zerstört haben, Reizerscheinungen aus, so dass den Lähmungen Zuckungen, der paralytischen Mydriasis spastische Myosis vorangehen kann. Solche Tumoren zeichnen sich auch dadurch aus, dass sie mit ihrem Fortschreiten immer mehr Nervenbezirke in ihre Erscheinungen miteinbeziehen und so unter anderm auch von einem Oculomotorius auf den andern übergreifen können.

Anzuschliessen sind hier die Fälle, wo bei Herderkrankungen, welche nicht die uns bekannte Faserkette Retina-Pupille betroffen, doch Erscheinungen an der Pupille auftreten, welche auf eine Leitungsunterbrechung in dieser Kette hinweisen. So beobachtet man paralytische Mydriasis bei hämorrhagischen Destructionen im Kleinhirn, sowie in den motorischen Ganglien des Grosshirns und in dessen Peripherie (abgesehen vom apoplektischen Insult), ebenso bei Tumoren innerhalb der Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns. In vielen Fällen, namentlich von Tumoren (z. B. des Sehhügels[1]), der Vorderlappen des Grosshirns), ist eine dauernde Compression des betreffenden Oculomotoriuscentrums oder des Nerven selbst wohl erklärbar, in andern aber ist eine genügende Erklärung noch nicht gefunden. —

Nicht alle Fälle von Gehirnerkrankungen, welche mit Veränderungen an der Pupille einhergehen, knüpfen sich an die Kette von Nervenfasern, welche den Kreis Retina-Irissphinkter schliesst. Seit wir wissen, dass innerhalb des Gehirns Centra nicht bloss für die Dilatation der Pupille vorhanden sind, sondern auch zahlreiche Elemente, von denen zu diesen Centren wieder reflexerregende Bahnen verlaufen, ohne dass wir über den Sitz der letztern bis jetzt genügend unterrichtet wären, verstehen wir, dass uns auch Pupillenphänomene vorkommen können, ohne dass wir durch die Sektion an den bisher besprochenen Stellen etwas nachzuweisen im Stande wären. Gar

1) vgl. Petrina l. c. S. 17.

manche Fälle von Ungleichheit der Pupillen oder Myose beider Pupillen bei Paralyse, bei luetischen Erkrankungen, bei multipler Sklerose mögen in diese Kategorie fallen, obwohl der Beweis für die meisten Fälle eben noch nicht zu liefern ist. Einzelne Fälle kann man auf Grund der Knoll'schen und namentlich der Adamük'schen Experimente fast mit Sicherheit hierher rechnen. Maria Fiori[1]) erzählt von einem Kranken, der seit 13 Jahren von verschiedenen syphilitischen Affektionen heimgesucht, schliesslich Hirnsymptome zeigte. Die Haupterscheinungen waren dabei anfallsweise auftretende Krampfanfälle mit Drehung des Körpers nach der linken Kopfseite, während welcher (bei erhaltenem Bewusstsein) die Augäpfel nach Links und Oben gedreht, die Pupillen erweitert waren. Dieses Bild entspricht durchaus der Adamük'schen Reizung in der Mitte zwischen beiden Vierhügeln und, da damit auch die andern Symptome stimmen, dürfte die Annahme einer syphilitischen Erkrankung in dieser Gegend gerechfertigt sein. Jedenfalls aber ist schon aus dem Vorübergehen der Mydriasis zu erschliessen, dass es sich nicht um eine Lähmung des Oculomotorius gehandelt hat, wie Fiori will.

Bei einem Kranken, der während des Lebens neben partieller rechtsseitiger Facialisparese und Schielen desselben Auges nach Innen (Abducenslähmung) Verengung der rechten Pupille gezeigt hatte, während am gesunden Auge jeweils Zuckungen derselben zur Beobachtung gelangten, fand sich ein isolirter halb bohnengrosser Tuberkel im linken hintern Vierhügel[2]). Permanenter Sphinkterspasmus dürfte diese Myose doch wohl nicht gewesen sein, während einer Auffassung desselben als Myosis paralytica durch Funktionsvernichtung des Dilatationscentrums im hintern Vierhügel der entgegengesetzten Seite keine Schwierigkeit entgegensteht.

Ob hierher nicht manche mit Pupillarerscheinungen einhergehende Fälle von Tumoren, insbesondere im Cerebellum ge-

---

1) Annali universali di medicina 1876, nach Schmids Jahrbüchern 1878. 7.

2) Henoch, Berl. klin. Wochschr. 1864. Nr. 13.

hören, muss bis auf Weiteres dahingestellt bleiben. Die Thatsache ist bekannt, und insbesondere Tumoren im Kleinhirn gehen oft mit Mydriasis, etwas seltener mit Myosis einher. So sahen Loven und Olliver in 76 Fällen 24 Malweite, 10 Mal enge Pupillen, Duchek 5 Mal weite, 1 Mal enge, Ladame 12 Mal enge, 2 Mal weite, Drozda 18 Mal enge, 3 Mal weite[1]). Vielleicht gelingt es, auch in diese Verhältnisse mehr Licht zu bringen, wenn einmal Untersuchungen vorliegen nach dem musterhaften Beispiele Vincent's und Erb's.

Fassen wir schliesslich kurz das zusammen, was sich aus dem Vorhergehenden für die Brauchbarkeit der Pupillensymptome als diagnostischen Hilfsmittels bei Krankheiten des Gehirns ergibt, so müssen wir gestehen, dass für die diffusen Erkrankungen des Gehirns dieselbe keine sehr bedeutsame ist, so lange die Erscheinungen auf beiden Seiten in gleicher Weise auftreten: wir werden höchstens prognostisch weite, starre Pupillen für ein schlimmeres Zeichen ansehen als enge. Eher Gebrauch machen kann man davon, dass die Pupillen sich zuweilen ungleich verhalten: hat man aus andern Gründen die Diagnose einer diffusen Erkrankung innerhalb der Schädelkapsel gestellt und findet zugleich ungleiche Pupillen, so ist dies ein Beweis, dass die pathologische Ursache nicht in gleicher Weise auf das Gehirn wirkt, sondern auf eine Seite oder auf bestimmte Punkte mehr, als auf andere, und man kann dann, einfache Hyperämie oder Anämie ausschliessend, meningitisch-exsudative Prozesse vermuthen. Ebenso deuten bei schweren Hirnerscheinungen nach Kopfverletzungen ungleiche Pupillen darauf hin, dass keine Commotion oder doch wenigsteus neben dieser noch anderweitige materielle Veränderungen vorhanden sind, also Quetschungen, Blutungen mit allgemeiner intracraniller Drucksteigerung, Schädelfractur mit Impression u. s. w.

Von grösserer Bedeutung hingegen sind Pupillarerscheinungen bei Herdeerkrankungen und fortschreitenden, insbesondere zerstreuten degenerativen Processen. Sie sind hierbei nicht

---

1) Drozda, Beitrag zum klinischen Studium der Physiologie des Kleinhirns. Wien. med. Wochschr. 1876. 10.

bloss wichtige Hilfsmittel zur Ermittelung des Sitzes der Erkrankung, sondern geben auch häufig Anhaltspunkte zu Erkenntniss des Weiterschreitens einer solchen bezüglich dessen Richtung und Schnelligkeit, so dass sie z. B. bei der prognostischer Beurtheilung von Tumoren irgend welcher Art (besonders auch syphilitischer) oder von degenerativen Processen bei Dementia paralytica, Paralysis glossopharyngolabialis, multipler Sklerose von hervorragender Bedeutung sein können. Praktisch am Bedeutsamsten sind sie dann, wenn sie zu den Anfangssymptomen einer Krankheit gehören, die nur in ihren ersten Stadien heilbar, in diesen aber schwierig zu diagnosticiren ist: auf die etwaige Ungleichheit der Pupillen und vor Allem auf das Vincent'sche Symptom in allen Fällen zu achten, die eine beginnende Paralyse befürchten lassen, ist nicht bloss von theoretisch-physiologischem Interesse, sondern gerade dem praktischen Arzte dringend anzurathen. Dass und wie dasselbe Symptom auch für die Diagnose der Tabes wichtig ist, soll gleich entwickelt werden.

## B. Krankheiten des Rückenmarks.

Da der Einfluss des Rückenmarks auf die Pupillarbewegung ein doppelter, allerdings in gleichem Sinne wirkender ist, so werden auch die pathologischen Veränderungen dortselbst, welche mit Pupillenphänomenen einhergehen, einen doppelten Angriffspunkt haben können. So sehen wir nicht bloss die Erkrankungen desjenigen Theils der Medulla, welcher nachgewiesenermassen von den Fasern durchzogen ist, welche direkt die Dilatation der Pupille hervorrufen, bei Reizzuständen Mydriasis, bei Lähmung Myose hervorbringen, sondern diese beiden entgegengesetzten Pupillenzustände auch bei Erkrankungen vorkommen, deren Sitz im Rückenmark diesem beschränkten Theile ganz entrückt sind [1]): Krankheiten der Hinterstränge, welche die peripheren Reizzustände auf das vasomotorische Centrum übertragen, sind

1) Die Behauptung Eulenburgs (l. c. S. 384), dass Läsionen des Rückenmarks, welche Myosis hervorrufen, über dem 2. Brustwirbel ihren Sitz haben müssen, ist nicht richtig, wie aus mehreren gleich anzuführenden Fällen erhellt.

durch reizende oder lähmende Wirkung im Stande, spastische Mydriasis, respective paralytische Myose auszulösen, wobei jene dem Sphinkterkrampf bei Hyperästhesie der Retina, diese der weiten Pupille bei Amaurose, beziehungsweise Amblyopie analog erscheint. Auch die träge Reaktion der Pupille auf Licht bei der letztern resp. ihr Ausbleiben bei ersterer scheint bei Erkrankungen des Rückenmarks ihr Analogon finden zu können. Da bis jetzt hierüber noch gar Nichts bekannt geworden ist, erlaube ich mir eine von mir in allerletzter Zeit gemachte Beobachtung anzuführen, wobei ich nur bedauern muss, dass mir vorerst nicht möglich gewesen ist, die Sache an mehreren Kranken, insbesondere Tabetikern zu prüfen.

Bei einem Manne von ca. 30 Jahren, der Ende December v. J. an einem heftigen Erysipelas der linken Hand gelitten, das in seiner offenbaren Tendenz, weiter zu wandern, (ob unter der Einwirkung grosser Dosen benzoësauren Natrons soll dahingestellt sein) erst in der Mitte des Oberarms inne hielt, traten plötzlich in der 4. Woche der Reconvalescenz hochgradige Sehstörungen auf, als deren Ursache beiderseitige totale Accommodationslähmung, die zugleich auch noch eine bis dahin latente Hyperopie manifest gemacht hatte, entdeckt wurde. Pupillarreaktion war normal. Bald traten anderweitige Symptome hinzu: zuerst Gefühl von Pelzigsein in Händen und Füssen, dann schwankender Gang, Romberg'sches Symptom, Erschwerung der Sprache (Scandiren) und des Schluckens. Bis Mitte Februar hatten sich die Symptome neben vollständiger Wiederherstellung der Accommodation so gesteigert, dass der Patient theils das Bild eines Tabetikers, theils das eines mit multipler Sklerose Behafteten darbot. Der Gang war hochgradig ataktisch (stampfend), sämmtliche intendirte Bewegungen, auch an den Händen, gleichfalls, daneben die rohe Kraft der Muskelzusammenziehung am ganzen Körper bedeutend herabgesetzt, einzelne Muskelgruppen ganz oder theilweise gelähmt (so konnte Pat. z. B. wenn er gerade auf dem Rücken lag, sich um keinen Preis der Welt aufrichten und machte bei dem Versuch hiezu die sonderbarsten Kunststücke; ganz gelähmt war die Beugemusculatur des linken Daumens). An der ganzen linken obern

Extremität fand sich bedeutende Sensibilitätsstörung, insofern darin jede Schmerzempfindung (Nadelstiche, elektrocutane, electromuskuläre Reize) völlig aufgehoben war, während der Tastsinn nur erheblich gemindert, der Temperatursinn normal war. Trotzdem gab der Kranke an, bei Nacht in diesem Arme, aber auch im linken Beine die heftigsten Schmerzen zu haben. Die faradische Erregbarkeit in sämmtlichen Extremitätenmuskeln war entschieden herabgesetzt, ganz besonders aber an den linken Vorderarm- und Handmuskeln. Allmählich besserte sich der Zustand, und Anfang April ist mir der Kranke ausser Augen gekommen, der damals noch mässig ataktischen Gang zeigte, auch seine Hände noch nicht zu allen, besonders feinern intendirten Bewegungen bringen konnte, die allgemeine Muskelschwäche war gebessert, die einzelnen totalen Lähmungen ebenso, die Sensibilitätsstörung verschwunden.

Der Fall gehört zu den von Pick und Kahler erst jüngst in der Prager Vierteljahrsschrift mitgetheilten Fällen sogenannter akuter Ataxie nach akuten Infektionskrankheiten, als deren anatomische Ursache auch ich eine multiple Erkrankung im Centralnervensystem betrachte. Eine nähere Begründung dieser Ansicht gehört nicht hierher; das hier Interessirende ist Folgendes: wie schon angeführt kann man bei Faradisation irgend welcher Körperstellen, wenn der Strom nur stark genug ist, deutliche Pupillendilatation wahrnehmen, und habe ich das speciell an dem besprochenen Kranken wiederholt constatirt. Ausgeblieben aber ist diese Erscheinung bei Faradisation des linken Armes, so lange dieser den Zustand der geschilderten Sensibilitätsstörung zeigte, selbst bei den stärksten Strömen, die an andern Körperstellen die genannte Reaktion deutlich hervorriefen.

Es handelte sich hier also offenbar um eine Leitungsunterbrechung in der Kette Peripherie — hintere Rückenmarksstränge — Centrum der Reflexdilatation — Sympathikus — Iris, wahrscheinlich in den hintern Rückenmarkssträngen. Die Häufigkeit von Krankheiten, die in diese Kette eingreifen (besonders Tabes), lässt erwarten, dass die geschilderte Erscheinung öfters consta-

tirt werden kann. Mir ist leider in letzter Zeit kein passender Fall mehr vorgekommen.

Abgesehen von dem soeben Angeführten ergibt sich bei Betrachtung des Einflusses der Rückenmarkserkrankungen auf die Pupille als naturgemässe Eintheilung die Aufstellung von zwei Kategorieen: Krankheiten, welche direkt auf die vom Gehirn zum Sympathicus ziehenden vasomotorischen und dilatirenden Fasern der Iris wirken, und solche, welche in der Thätigkeit der reflexexcitirenden Fasern der Hinterstränge, insofern sie auf das vasomotorische und mit diesem wahrscheinlich identische Dilatationscentrum der Iris von Einfluss ist, in irgend einer Weise eine Aenderung hervorbringen. Jene beschränken sich auf die Vorder- und Seitenstränge des Cervicaltheils herab bis zum 4. Brustwirbel, während diese an jeder Stelle der sensibeln Hinterstränge und der Hinterhörner der grauen Substanz ihren Sitz haben können.

Es ist schon angedeutet, dass die Art der Pupillenerscheinungen eine doppelte sein kann: Myosis als Ausdruck einer verminderten Thätigkeit Seitens des Rückenmarks, Mydriasis als Reizsymptom bedingt durch Contraction des Dilatator und der Gefässe unter Einwirkung verstärkter Innervation Seitens der Sympathicusfasern.

### 1. Spastische Mydriasis.

Wie schon besprochen tritt uns diese Form am Häufigsten entgegen als Symptom der Gehirnanämie, kommt aber auch vor bei Krankheiten des Rückenmarks und zwar wesentlich in zwei Formen.

In einer grossen Zahl von Fällen tritt sie auf bei Krankheiten, die reizend auf die centrifugal im Rückenmark zum Sympathicus verlaufenden Bahnen wirken. Am Häufigsten scheint das der Fall zu sein bei Spondylarthrocace der Halswirbelsäule, so dass Bull[1]) 36 Fälle aufzuführen weiss, in

1) Lesions of the optic nerv and pupil in connection with certain affections of the spinal cord, with special reference to Pott's disease. By Charles Bull. The american journal of the medical sciences. Nr. 139. Juli 1875. Art. IV. S. 60 ff.

welchen er nie Erweiterung und träge Reaction der Pupille vermisst hat. Andere Beobachter haben auch das Gegentheil (Myosis) gesehen oder die Erscheinung war nur einseitig aufgetreten [1]); in manchen Fällen dagegen scheinen oculopupillare Symptome ganz zu fehlen, wie z. B. Leyden in seinem Musterfall ausdrücklich »Pupillen beiderseits gleich weit, gut reagirend« notirt. Diese Wirkung des Pott'schen Leidens auf die Pupille ist zurückzuführen auf sekundäre Reizung des Rückenmarks oder der von ihm ausgehenden Nerven, sei es nun, dass in seinem Gefolge eine Perineuritis oder Neuritis der letztern oder eine Betheiligung der Häute (Peripachymeningitis und Pachymeningitis) mit lokale Compression ausübendem Exsudat auftritt oder dass spontane Deformitäten der Wirbelsäule in nachtheiliger Weise auf das Lumen des Wirbelkanals einwirken und so ebenfalls durch Druck Reizerscheinungen Seitens des Rückenmarks auslösen. Ist in Folge dieser Einwirkungen das Rückenmark selbst erkrankt oder zerstört (Myelitis), so werden die Reizsymptome an der Pupille in solche der Lähmung übergehen [2]).

In gleicher Weise, wie beim Pott'schen Uebel können durch Trauma hervorgerufene Deformitäten der Wirbelsäule oder Entzündungen der Häute Reizsymptome an der Pupille vom Halsmark aus bedingen, so in dem Fall von incompleter Luxation des 6. Halswirbel auf den 7., den P. Daucé beschreibt (Mydriasis binoculaire se déclarant au moment de l'accident et cessant trois jours après [3]) und in dem von Gribbon [4]): eine Wunde (nach Selbstmordversuch) drang $^3/_4$″ lang, schräg von der rechten Halsseite zum Nacken, so dass die eingeführte Sonde auf die Wirbelsäule traf. Taubheit des rechten Arms, Unruhe, Schlaflosigkeit, saniöser Ausfluss. Später trat kopiöser Aus-

---

1) Leyden, Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Berlin 1874. Bd. I. S. 242 ff. Rosenthal l. c. 188.

2) So sah auch Bull: »dilatation followed by contraction, with injection of the conjunctiva of the same side.« vgl. auch Erb, Krankheiten des Rückenmarks und des verlängerten Marks in Ziemmssens Handbuch XI. 2. II. Aufl. 1878. S. 357.

3) Nach Leyden l. c. S. 313.

4) Laucet II. 14. Sept. 1876. Schmids J.B. 1878. 4.

fluss einer hellen, klaren, alkalisch reagirenden, albuminhaltigen Flüssigkeit auf (liquor cerebrospinalis). Besonders wurde im weitern Verlauf auch Dilatation der Pupille bemerkt. Die Sektion ergab ein kleines extradurales Blutextravasat in der Höhe des 2. und 3. Halswirbels, Injection und entzündliche Ausschwitzung an Dura und Arachnoidea in derselben Gegend; die Rückenmarkssubstanz selbst war gesund.

Auch Tumoren, welche von den Wirbeln ausgehend auf die Substanz des Rückenmarks in der angegebenen Weise drücken, ohne noch seine Funktion ganz zu vernichten, können diese Reizsymptome auslösen, wie denn z. B. Rosenthal[1]) bei krebsiger Entartung vom Körper des letzten Hals- bis 3. Brustwirbels einseitige Pupillendilatation beobachtet hat. Ebenso wirkt der Druck von Meningealapoplexieen[2]), Exsudaten und Tumoren der Meningen primärer Natur, wohl auch die sekundären Affektionen der Umgebung myelitischer Herde, wofern nur der Angriffspunkt dieser Krankheiten in der angegebenen Gegend liegt.

Die oft maximale Erweiterung der Pupille bei Tetanie[3]) scheint mir mit zu den Hauptstützen der Kussmaul'schen Ansicht zu gehören, dass der Ursprung dieser Krankheit ein centraler sei und ihr eine funktionelle Erkrankung im Rückenmark mit erhöhter Erregbarkeit dortselbst zu Grunde liege; jedenfalls könnte bei blossem Sitz der Erkrankung in den peripheren Nerven die Pupillarerscheinung nicht erklärt werden. —

Die zweite Art spastischer Mydriasis, welche man die reflektorische zu nennen versucht sein könnte, kommt vor bei Reizzuständen der Hinterstränge, entsprechend den mitgetheilten physiologischen Experimenten. So beobachtet man in den An-

1) l. c. S. 188.

2) Claude Bernard nach Leyden l. c. 379 fand Dilatation beider Pupillen, bei der Autopsie eine grosse Menge schwarzen Blutes im ganzen Wirbelkanal. In Schmids J.B. 1871. Bd. I. findet sich ein Fall, wo bei der Sektion innerhalb des Rückenmarkkanals in der Gegend des 4. Halswirbels ein umschriebenes Blutgerinnsel aufgefunden wurde, der Kranke hatte erweiterte, träg reagirende Pupillen gezeigt. Ein ähnlicher Fall von Güntz (Schmids J.B. 1879. 2. S. 127).

3) vgl. z. B. den Fall von Frey, deutsche medic. Wochenschr. IV. S. 81.

fangsstadien mancher Formen von Tabes zur Zeit der intermittirend auftretenden Schmerzanfälle, zu gleicher Zeit mit diesen kommend und gehend, beiderseitige, oft sehr hochgradige Mydriasis [1]). Die begleitenden Symptome dieser Schmerzanfälle lassen keinen Zweifel darüber, dass es sich dabei um Reizzustände in den hintern Rückenmarkssträngen handelt (durch vaskulöse und entzündliche Einwirkung auf die Nervenelemente), welche, centralwärts fortgepflanzt, sich, nicht bloss dem Centrum für das Bewusstsein, sondern auch andern, so dem oculopupillaren und vasomotorischen (Pulsaufregung) Reflexcentrum mittheilen. Dass jedenfalls die Mydriasis von dieser Seite stammt, beweisen die Fälle, wo sie eintritt, wenn auch durch gleichzeitige intracranielle Veränderungen schon anderweitige Symptome an der Pupille vorhanden waren. So hat Drouin einen Fall bei einem 39jährigen Mann beobachtet, der neben Tabes an Diplopie litt und ungleiche Pupillen zeigte, die linke war 1, die rechte 3 mm. weit; in den intermittirenden Schmerzanfällen erweiterten sich beide Pupillen so, dass sie nahezu gleich weit wurden.

Auch anderweitige Reizzustände der hintern Rückenmarksstränge scheinen auf gleichem Wege auf die Pupille zu wirken. Wenigstens gibt es Fälle, wo bei Intactheit des Hals- und Brusttheils und alleiniger Erkrankung der Lumbargegend Mydriasis beobachtet wurde. So sagt Bull [2]): »when the lower dorsal and lumbar regions were involved (bei der Pott'schen Wirbelerkrankung), the pupils were generally moderatly dilated.« Doch sind die hierher gehörigen Beobachtungen noch zu wenig zahlreich und zuverlässig.

### 2. Paralytische Myosis.

Die sogenannte »spinale« Myosis ist eine weit häufigere Erscheinung als die entsprechende Mydriase aus dem einfachen Grunde, weil destructive und degenerative Processe im Rücken-

---

1) Rosenthal l. c. 137. Eulenburg und Guttmann l. c. S. 151. Drouin l. c. p. 316. Vincent l. c.

2) l. c.

mark häufiger sind als irritative. Die Einwürfe Bessau's[1]), dass die Spinalmyosis als Lähmungserscheinung des Dilatationssystems deshalb nicht aufgefasst werden dürfe, da er durch Exstirpation des Ganglion supremum des Sympathicus nur geringe Pupillenenge habe erzeugen können, dann aber diese selbst (nach Versuchen an »einigen Kaninchen«) von nicht sehr langem Bestande sei (nur einige Tage), sind angesichts der entgegengesetzten Ergebnisse anderweitiger Versuche (s. o.) und zahlreicher klinisch constatirter Fälle[2]) nicht stichhaltig. Wenigstens vermögen sie für diejenigen Fälle, wo sich ein- oder doppelseitige Myose mit durchaus begrenzten Herden im Halsmark vergesellschaftet, den ursächlichen Zusammenhang dieser beiden Dinge in keiner Weise in Zweifel zu setzen, noch viel weniger den Beweis zu erbringen, dass eine solche Myosis Folge centraler Reizung des Oculomotorius sei. Wo sollte eine solche auch herkommen! Das Einzige, was zugegeben werden muss, ist, dass der Grad der Pupillenverengerung hiebei nicht immer ein maximaler und derart sein muss, dass alle Beweglichkeit der Pupille dadurch verschwindet: wir haben ja gesehen, dass die sympathischen Irisfasern vom Ganglion supremum und Ganglion Gasseri her Verstärkungsfasern erhalten, die bei destruktiven Processen im Halstheil des Rückenmarks ihren Einfluss auf die Pupille behalten. Also für Leitungsunterbrechungen an dieser Stelle des Rückenmarks sind die Bessau'schen Einwürfe hinfällig, die gegentheiligen Beobachtungen am Krankenbett haben oft den Werth des Experiments, und da erstere somit principiell widerlegt sind, so verlieren sie ihre Bedeutung auch bei der Krankheit, für die sie ausschliesslich gelten sollen, bei der Tabes, wovon später.

Diese Form der Myose, die man ganz unbestritten »spinal« nennen kann, kommt vor bei primären und sekundären myelitischen Erweichungsherden im Halsmark (also namentlich bei vorgeschrittenem Pott'schen Wirbelleiden und bei Traumen, aber

---

1) l. c. S. 44.

2) Insbesondere der zahlreichen Fälle von Myosis bei Sympathicuserkrankungen; vgl. die angeführte Literatur.

auch nach spontanen Apoplexieen). Rendu[1]) z. B. beobachtete in einem Fall von Cervicalmyelitis Myose und gleichzeitig starke Vaskularisation der entsprechenden Gesichtsseite mit Röthung der Haut und Injection der Conjunctiva. Joffroy und Salmon[2]) sahen bei einer Stichwunde im Niveau des 3. Brustwirbels links Congestivzustand des Auges und Pupillenverengerung. Ebenso ist in Schmid's Jahrbüchern[3]) ein Fall von traumatischer Dislokation des 5. und 6. Halswirbelkörpers mit sekundärer Myelitis mitgetheilt, wobei beide Pupillen eng waren und träge reagirten[4]).

Auch bei multipler Sklerose kann Spinalmyosis auftreten: Joffroy[5]) behandelte eine Frau, bei welcher während des Lebens (neben sonstigen Zeichen der fraglichen Krankheit natürlich) die linke Pupille halb so gross war, als die rechte. Die Sektion ergab neben andern sklerotischen Herden in Gehirn und Rückenmark speciell solche, die die Nervenwurzeln des 1. rechten und 3. linken Brustnerven betrafen.

Bei Muskelatrophie sind Pupillensymptome nicht gewöhnlich, aber doch kommen solche vor, und hat in einzelnen Fällen die Sektion die Erklärung geboten. So in den Fällen von

---

1) Nach Leyden l. c. II. 176.

2) Schmids J.B. 1872. Bd. 155.

3) 1871. Bd. 151.

4) Weitere Fälle bei Nagel J.B. I. S. 30 (sehr enge Pupillen bei völliger Trennung vom VII. Hals- und Brustwirbel mit Erweichung des Rückenmarks) das. IV. 288 (halbseitige Verletzung des Rückenmarks durch einen Stich in den Nacken, gleichseitige Myose). vgl. auch Drouin, der nach Dujardin-Beaumetz im Anfangsstadium der Meningiten und Myeliten des Halsmarks blasses Gesicht und weite Pupillen als Reizsymptom, als späteres Zeichen der Lähmung enge Pupillen und congestionirtes Gesicht beschreibt. Endlich Remak, Ein Fall von atrophischer Spinallähmung etc. Berl. klin. Wschr. 1877. Nr. 44 und Heynold, ein Fall von Luxation und Fractur des 6. und 7. Halswirbels etc. das. 1877. Nr. 39 von welch letzterem hervorgehoben sein soll, dass die in Folge der Verletzung sehr engen Pupillen sich auf intensiven Lichtreiz noch etwas mehr zusammenzogen.

5) Schmids J.B. 1870. 149.

Voisin, Menjaud, Schneevogt[1]), wo im Leben enge Pupillen, an der Leiche Atrophie des Halsmarks, resp. der entsprechenden Cervical- und Dorsalnerven sich vorfand. Ein Fall von Voisin ist besonders lehrreich: ein 44jähriger Mann, der die ersten Symptome der Krankheit vor 6—7 Jahren bekommen hatte, zeigte Anfangs ungleiche, aber auf Lichtreaktion, wie auf periphere Reize (Zwicken) reagirende Pupillen. Später sind beide Pupillen eng (auch im Dunkeln), kaum beweglich auf Licht oder auf Zwicken am Körper. Die gelähmten Muskeln gehörten dem 7. und 8. Cervical- sowie 1. Dorsalnerven an.

Endlich gehören hierher auch diejenigen Fälle von Tabes, bei welchen sich die Degeneration der Nervenelemente des Rückenmarks nicht auf die hintern Stränge beschränkt, sondern auch auf andere Theile desselben (also die vordern Stränge im Halstheil, in seltenen Fällen sogar den Sympathicus selbst[2]) übergreift. Leicht verständlich ist bei diesen Fällen das Auftreten von Myosis, sei es nun dass sie nur eine Pupille betreffe oder beide, und diese wieder in gleichem oder ungleichem Grade. Nicht selten finden sich bei Tabetikern trotz gleichzeitiger Amaurose in Folge von Sehnervendegeneration enge Pupillen, offenbar auch eine Lähmungserscheinung Seitens des Rückenmarks. Da aber hier zugleich wegen Mangel des Lichtreizes eine Funktionsunthätigkeit Seitens des Oculomotorius vorliegt, so sind diese Fälle ein Beweis weiter dafür, dass die Pupille bei Lähmung beider, ihre Grösse bedingenden Faktoren, des Sphinkter und der Irisgefässe (und Dilatator?) nicht einen mittlern Weitegrad annimmt, sondern in Folge der stärkeren Blutfüllung enger wird.

Doch ist diese Art der »spinalen« Pupille bei Tabes die weitaus seltenere, in der Mehrzahl der Fälle, die ja nach Vincent in einem bestimmten Stadium fast regelmässig mit Myose einhergehen, kommen die ciliospinalen Fasern im Halsmark nicht in Betracht; bei ihnen beschränkt sich die Erkrankung

1) Nach Drouin l. c. vgl. auch Niemeyer-Seitz, Lehrbuch der speciellen Pathologie und Therapie. IX. Aufl. S. 344.

2) Carre, Westphal, Vulpian nach Eulenburg und Guttmann l. c. 151. Vulpian in Schmids J.B. 1871. 152.

auf die Hinterstränge des Rückenmarks, ein Weitergreifen auf andere Systeme des genannten Organes ist nicht vorhanden, häufig aber auf die Nerven an der Basis des Gehirns. Für diese Fälle muss eine andere Erklärung gesucht werden. Beschauen wir uns zuerst die Thatsachen.

Vincent[1]) unterscheidet 3 Stadien der Ataxie, das erste, besonders charakterisirt durch die Schmerzanfälle, bis zu 2jähriger Dauer, das zweite mit Lähmungen und Sehstörungen, aber noch nicht hochgradigen, bis zu 10jähriger Dauer, das dritte, wo das sensitiv-motorische Nervensystem tief ergriffen ist, nach 15—20 Jahre langer Dauer. Von der ersten Periode beobachtete er 9 Fälle: darunter 4 Mal ungleiche Pupillen, 4 Mal Dilatation, 1 Mal enge. Die Reaktion auf Licht war dabei aufgehoben 1 Mal, unvollkommen 5 Mal, normal 4 Mal. Bemerkt muss werden, dass dabei 4 Mal Amblyopie, wenn auch mässige, 1 Mal Ptosis vorhanden war. Die Contraction der Pupille bei der Accommodation war in allen Fällen erhalten. Von Ataktischen des II. Stadiums untersuchte Vincent 31 an der Zahl. Es fand sich Ungleichheit der Pupillen 24 Mal, Mydriasis 2 Mal, Myosis ($2^1/_2$ mm.) 21 Mal, nämlich sehr ausgesprochen in 12 Fällen, wenig in 9, 5 Mal nur einseitig, 16 Mal doppelseitig. In 26 Fällen war auf Licht keine Reaktion zu bemerken, wohl aber auf Accommodation, in 4 andern die letztere normal, erstere vorhanden, aber gering, in einem einzigen beide normal. Von Begleiterscheinungen sind wichtig 14 Mal Strabismus und Diplopie, 9 Mal Ptosis, 19 Mal Amblyopie.

In der letzten Periode endlich zeigten von 11 Kranken ungleiche Pupillen 3, Mydriasis 3 (2 völlig blind), Myosis 5. In 3 Fällen fand nur Reaktion bei der Accommodation statt, in einem hiebei und bei Lichteinfall, in den 7 andern war absolute Unbeweglichkeit der Pupille da. Andere Erscheinungen am Auge waren: Strabismus 6 Mal, Ptosis 5 Mal, Blindheit 7 Mal, ein- oder doppelseitige Amblyopie 4 Mal.

Bestätigt werden diese Angaben durch die Arbeit von Erb[2]),

1) l. c. 83 ff.

2) Zur Pathologie der Tabes dorsualis. Ziemssens Archiv. XXIV. 1879. S. 1 ff.

der als das Wesentlichste der Pupillarerscheinungen bei Tabes die fehlende Reaktion auf Licht bezeichnet, mit der sich Mydriasis oder Myosis verbinden kann, obwohl letzteres häufiger ist, wie er denn unter 40 Fällen 23 Mal Myosis fand.

Was die Mydriasis betrifft, so haben wir für einen Theil der Fälle die Erklärung bereits beigebracht, für einen andern muss ihre Ursache in Veränderungen an der Gehirnbasis insbesondere im Nervus opticus und oculomotorius gesucht werden, besonders dann, wenn gleichzeitig Ptosis, Strabismus, Amaurose vorhanden ist. Schwerer zu erklären ist die Myosis, insbesondere aber das eigenthümliche, zuerst von Robertson[1]) notificirte Verhalten der Pupille gegen Licht. Robertson erklärt die Myosis einfach durch Lähmung der Circularfasern der Iris, Hempel[2]) nimmt eine Lähmung des Centrums der Erweiterung an, Vincent Atonie der Irisgefässe und dadurch bedingte Contraction der Iris in Folge mangelnden Reflexreizes seitens der sensibeln Rückenmarksnerven, welch letzterer Erklärung auch die von Rählmann und Witkowski[3]) entspricht, Bessau endlich recurrirt auf Oculomotoriusreizung. Dass für manche Fälle von sogenannter Tabes cervicodorsualis (Eulenburg[4]) und sogenannter combinirter Systemerkrankung des Rückenmarks (Westphal[5]) die Robertson-Hempel'sche Erklärung zutrifft, ist bereits des Nähern ausgeführt, bei reinen Degenerationen der Hinterstränge entbehrt sie der anatomischen Basis. Ganz zurückgewiesen werden muss Angesichts der klinischen Thatsachen die Ansicht Bessau's, der übrigens selbst keinen positiven Beweispunkt für sie beibringen kann, sondern sie lediglich darauf stützt, dass die andern Ansichten zur Erklärung der spinalen Myose und insbesondere des Robertson'schen Phänomens nicht ausreichen. Der letztgenannte Einwurf trifft die bis jetzt aufgetauchten Erklärungsversuche allerdings vollständig: ausgehend von dem scheinbar

1) Nagel J.B. I. S. 166.
2) Archiv für Ophthalmologie 1876. Bd. XXII. p. 19 ff.
3) l. c.
4) l. c. S. 158.
5) Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten IX. 3.

richtigen physiologischen Postulat, dass bei einem Ausbleiben der Lichtreaktion in dem Kreise Opticus-Oculomotorius irgendwo eine Unterbrechung eingetreten sein müsse, suchen die Autoren eine solche zu limitiren: Hempel beschränkt sich darauf zu constatiren, dass diese reflectorische Nervenbahn irgendwo gestört sei, Vincent hilft sich mit der Hypothese, dass die vom Opticus ausgehenden Reflexbahnen zuerst in das Cervicalmark herabsteigen, und erst von diesem aus sollen dann die Erregungsbahnen für den Sphinkter ausgehen, um sich weiterhin mit dem Oculomotorius zu vereinigen. Diese Hypothese steht mit allen physiologischen Thatsachen im Widerspruch, abgesehen davon, dass sie nicht einmal für die Fälle mit ausreicht, wo das Halsmark in seinen Hintersträngen noch nicht afficirt ist. Ist wirklich die genannte Reflexbahn unterbrochen, so kann es nirgends anders sein als im Reflexcentrum selbst, da der Opticus und der Oculomotorius in ihren übrigen Zweigen intakt sind oder wenigstens sein können. Sehr wunderbar aber wahrhaftig wäre es denn doch, wenn gerade diese Stelle im Gehirn in allen Fällen von Tabes regelmässig mit ergriffen wäre, während doch die Erkrankung anderer Gehirnnerven inconstant, wechselnd ist, sehr häufig ganz fehlt. Will man daher nicht der Robertson'schen, jeder physiologischen Grundlage baren Ansicht huldigen, dass nämlich die ciliospinalen Fasern einen Platz in der Verbindungskette zwischen Retina und Dilatationssystem der Iris einnehmen, die Reflexverengung der Pupille auf Licht daher eine Reflexlähmung sei, die bei Untergang dieser Fasern im Halsmark nun eben ausbleibe, so muss man schliesslich mit Erb auf die definitive Erklärung dieser von ihm sogenannten »reflectorischen Pupillenstarre« verzichten.

Vielleicht vermag aber das Folgende einiges Licht in diese Dunkelheit zu werfen. Die Contraction der Pupille bei der Accommodation ist, wie im I. Theil erörtert, noch nicht gehörig erklärt, insbesondere nicht bewiesen, dass sie einer Contraktion des Sphinkter unter der Einwirkung des Oculomotorius ihre Entstehung verdankt. Wie nun, wenn die Ansicht richtig ist, dass durch die Circulationsveränderung in Choroidea und

Ciliarfortsätzen der Abfluss des Blutes aus der Iris bei der Accommodation gehemmt und dadurch die Pupillarverengerung bedingt wird? Dann haben wir für die Erhaltung der accommodativen Irisbewegung bei der Tabes einen lokalen Grund, während die Myosis, die ihrerseits meist stark genug ist, die Lichtreaktion verschwinden zu machen, ohne dass eine centrale Erkrankung im Gehirn angenommen werden muss, genügende Erklärung in der Rückenmarkserkrankung findet.

Demgemäss, glaube ich, verhält sich die Sache folgendermassen:

Ist durch Erkrankung der hintern Rückenmarksstränge die Leitung von einem grossen Theil der sensibeln Nerven der Extremitäten und des Rumpfes zum Dilatationscentrum der Iris unterbrochen, so geht dadurch zwar nicht die Gesammtheit, aber doch ein grosser, oft der grösste Theil des permanent von jenen auf die Pupille ausgeübten Reizes verloren, die Gefässmuskeln sind unter dem Einfluss des bedeutend verminderten Reizes entsprechend weniger contrahirt und vermögen desshalb dem Zuge des unter der Einwirkung des Lichts in gleicher Weise, wie sonst, stehenden Sphinkter nur mehr geringen Widerstand entgegenzusetzen. Ist der ausser Thätigkeit gesetzte Nervenbezirk nicht gross, so ist diese Myose eine mässige, die Reaktion auf Licht noch ermöglichende [1]), je grösser aber jener, desto enger die Pupille, desto weniger sichtbar die Reaktion auf Licht. In hohen Graden aber und insbesondere nach langer Dauer, und Beides ist bei Tabetikern im II. Stadium Vincent's der Fall, ist die Pupille so eng, die Iris so erschlafft (d. h. die des normalen Reizes grösstentheils entbehrenden Gefässwände haben im Laufe der Zeit durch die fortwährende starke Füllung auch an Elasticität eingebüsst), dass die unter Einwirkung des Lichtes wohl noch stattfindenden Contractionen

1) Daher auch in Knapp's Versuchen (N. J.B. III. 294) nach Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 5. und 6. Wirbel trotz der Myose nach Beweglichkeit auf Licht vorhanden war. Uebrigens handelt es sich hier um frische Beobachtungen, wo also die Gefässe nur erst ihre Contractilität, nicht auch ihre Elasticität eingebüsst haben, wie bei Tabetikern nach Jahre langer Dauer.

des Sphinkter eben einfach nicht mehr sichtbar werden können. Wohl aber kann durch mechanische Störungen bei der Accommodation noch stärkere Füllung der Irisgefässe bewirkt und eine sichtbare Verkleinerung der Pupille herbeigeführt werden. Damit stimmt auch die Calabarwirkung [1]): es verengt die spinale Pupille noch etwas mehr, offenbar ebenfalls sekundär durch die Accommodation, während Atropin [2]) diese Pupillen nur auf mittlere Weite zu dilatiren vermag, was einen Beweis für die verminderte Contractilität und Elasticität der Irisgefässe liefert.

Ist die hiermit versuchte Erklärung der tabetischen Pupille die richtige und jedenfalls hat sie vor den andern bisherigen für sich, dass sie die klinische Thatsache mit dem anatomischen Befund durch festgestellte physiologische Thatsachen ohne Hypothese (als die Erklärung der Pupillenverengerung bei der Accommodation) in Uebereinstimmung bringt, so bleibt ihr auch der seit Jahren eingebürgerte Name erhalten, der der »spinalen Myose«.

Leider sind von anderweitigen Erkrankungen im Rückenmark, welche eine Unterbrechung der Leitung in den hintern Rückenmarksträngen unterhalb des 2. Brustwirbels, also des »ciliospinalen« Centrums verursachen, nur ein paar bekannt geworden, bei welchen den Pupillen Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Ich habe nur zwei einschlägige Fälle auffinden können: Ogle [3]) führt in einem Falle von Hämorrhagie des Rückenmarks zwischen 5. und 6. Dorsalwirbel Pupillenverengerung an, und Müller [4]) sah bei einer totalen Trennung der linken Rückenmarkshälfte, sowie des rechten Hinterstrangs in der Höhe des 4. Brustwirbels enge Pupillen. Diese spärlichen Erfahrungen geben natürlich keinen Prüfstein für die eben entwickelte Ansicht ab, jedenfalls aber stehen sie nicht im Widerspruch, sondern im Einklang mit der Erklärung der »spinalen« Pupille (im engern Sinn) durch Ausbleiben von unter normalen Verhältnissen immerfort einwirkenden Reflexreizen.

---

1) Robertson l. c.
2) Robertson, Vincent l. c.
3) Nach Leyden l. c. 76.
4) Schmids Jahrbücher 1871. Bd. 152.