



Beiträge

zur

Physiologie der Pupillarnerven.

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Facultät der Ludewigs-Universität zu Giessen

zur

Erlangung der Doctorwürde

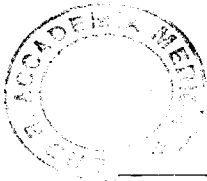
in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

vorgelegt von

Hippokrates Argyropulos

aus Smyrna.



Giessen, 1878.

Druck von Wilhelm Keller.



Herrn Professor Dr. C. ECKHARD, meinem
hochverehrten Lehrer, sage ich für die mir bei
dieser Arbeit gewährte freundliche Unterstützung
meinen herzlichsten Dank.

Giefßen im December 1878.

Der dankbare Schüler.



So viel und so manches Brauchbare über die Physiologie der Pupillarnerven ausgemittelt worden ist, manche Punkte derselben bedürfen noch einer Bestätigung, besseren Begründung oder Ausarbeitung nach der einen oder anderen Richtung. Einige derselben habe ich im physiologischen Laboratorium zu Gießen näher studirt und die Beschreibung meiner Erfahrungen zum Gegenstand meiner Inauguraldissertation gewählt.

Meine Prüfungen beziehen sich :

I. Auf den Grenzstrang des Nervus sympathicus.

Für diesen ist bemerkenswerth, daß er bisher fast ausschließlich nur mit sehr rasch folgenden Inductionsströmen gereizt worden ist und daß andere Reizungsarten mit ihm nur selten vorgenommen und deren Resultate mit solchen, die andere Nervmuskelpräparate unter gleichen Umständen ergeben, verglichen worden sind. Durch die folgenden Versuche habe ich diese Lücke auszufüllen gesucht.

Eine chemische Reizung ist meines Wissens an demselben nie angestellt worden. Ich versuchte eine solche mit einer concentrirten Kochsalzlösung. Den Nerven präparirte ich auf eine längere Strecke frei und tauchte dann ein 1 bis 2 cm langes Stück in eine nahezu auf die Körpertemperatur erwärmte Kochsalzlösung ein. Bei hasenähnlich gefärbten Kaninchen tritt nach einer Einwirkung

von circa 1 Minute eine schwache Erweiterung ein, sie hält aber nicht lange an; manchmal ist sie so klein, daß man sie kaum wahrnimmt.

Viel deutlicher zeigt sich der Effect einer chemischen Reizung des N. sympathicus bei weißen Kaninchen, deren Pupille bekanntlich auch die reflectorischen Bewegungen viel markirter zeigt als die der anders gefärbten. Von mehreren Versuchen, welche ein ähnliches Resultat gaben, führe ich nur den folgenden an.

Die nahezu runde Pupille hatte vor der Reizung einen Durchmesser von 3 mm. Nach Einlegung des N. sympathicus in concentrirte Kochsalzlösung trat, vom Momente der Eintauchung an gerechnet, nach Verlauf von 22 Secunden eine Pupillenerweiterung ein, die gleichmäfsig war, ungefähr bis zu 6 mm stieg und 30 bis 40 Secunden andauerte, nach welcher Zeit sie allmählich wieder abnahm, bis zur früheren normalen Enge. Die Dauer der Abnahme betrug circa 50 bis 60 Secunden.

Hervorzuheben ist, daß bei dieser Reizungsart die Pupille sich stets in toto erweiterte, *niemals sah man fibrilläre Zuckungen*, wie das bei der Reizung der Nerven querstreifiger Muskeln, wenigstens im Anfang, bekanntlich stets der Fall ist. Auch kam keine *Verzerrung* irgend welcher Art vor. Dies Verhalten macht wahrscheinlich, daß jede Sympathicusfaser mit dem erweiternden Apparat der Pupille der Art verknüpft ist, daß ihre Erregung sich sofort auf *alle Theile* jenes überträgt, also nicht mit einer einzelnen Abtheilung in Beziehung steht.

Ich habe ferner den N. sympathicus des Kaninchen durch einzelne Inductionsströme und Schliessungen und Oeffnungen einer constanten Kette gereizt. Die ersteren bestanden in den stärksten Oeffnungsstößen, wie sie die *neuesten* für physiologische Zwecke eingerichteten, aus der Werkstatt von W. A. Hirschmann in Berlin hervorgehenden Apparate mit einem Kohlenzinklelement geben,

und welche selbstverständlich für den gewöhnlichen motorischen Nerven stärker als die sind, welche das Maximum der Zuckung geben. Als constante Ketten wählte ich 4 bis 6 Daniell'sche Elemente; die an den N. sympathicus angelegten Electroden waren bald metallische, bald unpolarisirbare.

Es ist mir beim Kaninchen nie gelungen, auch nicht bei weissen mit verhältnismässig beweglicher Pupille, durch die angegebenen Einzelreizungen eine mit bloßem Auge auffassbare Erweiterung der Pupille zu beobachten. Auch als ich die Pupille durch ein Fernrohr mit Fadenkreuz beobachtete, so, daß ein Faden die Peripherie der Pupille tangirte, konnte ich Nichts bemerken. Um näherungsweise die Anzahl von Stromesschwankungen zu bestimmen, bei welchen der von ihnen getroffene N. sympathicus Pupillenerweiterung giebt, nahm ich in den Kreis der constanten Daniell'schen Kette ein Unterbrechungsrad ohne Inversor auf. Die Stromstärken gaben bei beiden Stromrichtungen am gewöhnlichen Nervmuskelpräparat Schließungs- und Oeffnungszuckung. Da es sich hier nur um näherungsweise Bestimmungen handelte, so habe ich das Rad mit der Hand nach einem daneben aufgehängten Sekundenpendel gedreht. Die Versuche ergaben, daß bei den gewählten Stromstärken in der Secunde ungefähr 4 Reize nothwendig sind, um deutliche Pupillenerweiterung hervorzurufen.

Ich gebe dies nicht für eine scharfe, sondern näherungsweise Bestimmung aus, sie mag innerhalb gewisser Grenzen veränderlich sein. Die Versuche beziehen sich auf Kaninchen jeder Farbe, insbesondere zeigten auch die weissen Kaninchen keine Erweiterung auf einzelne Inductionsstöße oder Schließungen und Oeffnungen von Ketten der angegebenen Stärke.

Es ist nicht unwichtig sich zu erinnern, daß sich diese Erfahrung an die ähnliche von Ludwig gemachte an-

schließt, daß auch die Ringmuskulatur der Gefäße nicht durch einen einzelnen den Nerven treffenden Inductionstofs zusammengezogen werden kann, sondern daß, um einen merklichen Effect zu erzielen, circa 3 Stöße in der Secunde nothwendig sind.

Ein Theil meiner Erfahrungen stimmt nicht mit denen, welche die Herren Landois und Mosler vom Hunde beschreiben *). Sie sagen vom Hunde: „Wurde bei einem Hunde auf den freigelegten und isolirten Nerven ein galvanischer Strom von 4 bis 6 Elementen (des großen Krüger-Hirschmann'schen Apparates) in *absteigender Richtung* applicirt, so erfolgte im Momente der *Schließung* eine deutliche *Schließungszuckung*, die sich durch eine schnell auftretende *Erweiterung* der Pupille bemerklich macht. Während des *Geschlossenseins* blieb die Pupille *verhältnismäßig weit*, doch nicht so dilatirt, wie bei der Schließungszuckung. Bei der *Oeffnung* der Kette zeigte sich eine *Oeffnungszuckung*, die indess nicht eine so *starke Erweiterung* zu zeigen pflegte, als sie bei der *Schließungszuckung* erkannt wurde.

Bei Anwendung des *aufsteigenden* Stromes von 8 bis 10 Elementen desselben Apparates erkannte man gleichfalls im Momente der *Schließung* eine deutliche *Schließungszuckung* des Musc. dilat. Pupillae. Während des ruhigen *Geschlossenseins* der Kette sieht man die Pupille sich *verengern* und im Zustande *relativer Verengung* verharren, bis die nun erfolgende *Oeffnung* der Kette eine deutliche *Oeffnungszuckung*, bestehend in einer begleitenden *Erweiterung*, hervorruft.“

Von den Erläuterungen, welche die Herren Landois und Mosler ihren Beobachtungen zugefügt haben, ist mir Einiges unverständlich geblieben.

*) Landois und Mosler, Zuckungsgesetz und Electrotonus der oculopupillären Fasern des N. symp. cervicalis. Hermann's Cblt. für die med. Wissenschaften. 1868. Nr. 33. S. 513.

Ein erster Punkt betrifft die Behauptung, daß der N. sympathicus durch Licht, welches die Netzhaut trifft, *tonisch* (müßte wohl besser reflectorisch heißen) erregt werden könne. Erfahrungsgemäß hat bei Säugethieren die Stärke der Beleuchtung der Retina, nach der Durchschneidung des N. oculomotorius, keinen durch den N. sympathicus vermittelten Einfluß auf die Pupillenweite. Dies habe ich zum öfteren beobachtet und bringe außerdem das damit übereinstimmende Zeugniß von Longet *) bei, welcher nach einer Durchschneidung des N. oculomotorius die Pupille unbeweglich sah. Auch die durch Atropin erweiterte Pupille ist durch eine verschiedene Beleuchtung nicht mehr zu verschiedener Weite zu bringen, während doch eine geeignete schwache directe Reizung des N. sympathicus sie sofort noch weiter macht. Ein zweiter ist in der Angabe enthalten, daß, wenn der N. sympathicus von einem constanten Strom *aufsteigend* durchströmt werde, am unteren, centralen, dem sogenannten Centrum cilio-spinale näher liegenden Ende *Anelectrotonus* auftrete. Hier muß irgendwie gegen die herkömmliche Terminologie verstoßen sein. Wenn der Nervus sympathicus in Bezug auf die die Pupille erweiternden Muskelfasern *aufsteigend* durchströmt wird, so heißt dies: die positive Electrode steht der Pupille näher als die negative, dann aber entsteht an dem dem Centrum cilio-spinale näheren Ende des Nerven nicht *Anelectrotonus*, sondern *Katelectrotonus*. Ich habe indeß, gemäß den von mir gemachten Erfahrungen über den Einfluß der Schließung und Oeffnung constanter Ketten durch den N. sympathicus auf die Weite der Pupille, keine Veranlassung, auf die beiden erwähnten Punkte näher einzugehen.

Ich habe, um zu sehen, in wie weit ich das von den

*) Longet, Anat. et Phys. du système nerveux de l'homme. Tome II. p. 382.

Herren Landois und Mosler Berichtete beobachten konnte, an drei Hunden theils mit constanten, theils mit Inductionsströmen experimentirt. Den N. sympathicus isolirte ich sorgfältig oben am Halse da, wo er dem Vagus nur dicht anliegt und versah ihn mit einer ganz kurzen feuchten Fadenschlinge, in welche ich eine der metallischen Electroden einhakte, die andere wurde in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ bis 1 cm dicht angelegt. Als constante Ketten kamen bis zu 7 Daniell'sche Elemente in Anwendung *). Die Inductionsströme entnahm ich dem vorher erwähnten Inductionsapparate, nachdem ich ihn für die Gewinnung einzelner Oeffnungs- und Schließungsströme eingerichtet hatte.

Bekanntlich ist die Weite der Pupille des Hundes auch bei gleicher Intensität des Lichtes rascherem, öfterem Wechsel unterworfen, der, da er nach Atropineinträufelung schwindet, von einer ebenso rasch wechselnden Innervation des N. oculomotorius herrührt. Diesem Umstand habe ich bei meinen Beobachtungen sorgfältig Rechnung getragen. Man sieht nun allerdings bei dem Oeffnen und Schließen constanter Ketten der einen oder anderen Richtung, so wie bei Inductionsströmen verschiedener Intensität und verschiedener Dauer, bisweilen eine geringe Pupillenerweiterung. Dabei habe ich aber weiter Folgendes beobachtet. Erstens folgt nicht immer denselben Erregungen des Nerven eine Erweiterung; sie bleibt ebenso oft, ja noch öfter aus, als sie erscheint. Zweitens halten sich die Erweite-

*) Dieselben waren von kleinen Dimensionen, zusammengelöthete Kupfer- und Zinkstreifen von 9,7 cm Länge, 1,4 cm Breite. Wegen des großen Widerstandes des Nerven durfte dieselbe Anzahl von Elementen größerer Oberfläche keine sehr wesentlich stärkeren Ströme geben. Die Electroden nahm ich, um den Widerstand nicht zu vergrößern, metallisch. Hätte ich unter diesen Umständen die Resultate von Landois und Mosler erhalten, so würde ich unpolarisirbare Electroden angewandt haben.

ungen, falls sie erscheinen, stets innerhalb des Größenswechsels, wie er auch spontan vorkommt. Drittens zeigen sie keine Abhängigkeit von der Größe des Reizes. Schließungen und Oeffnungen schwacher oder starker Ketten und Inductionsstöße sehr verschiedenen physiologischen Werthes geben nicht entsprechenden physiologischen Erfolg.

Diese Erfahrungen führten mich zu der Vermuthung, daß die von mir beobachteten Erweiterungen der Pupille des Hundes bei den erwähnten Reizungsarten nichts anderes seien, als spontane Bewegungen, die zufällig mit den Erregungen zusammenfallen. Um diese Vermuthung zu prüfen, hob ich die spontanen Pupillenbewegungen durch Einträufelung von Atropin auf. Nachdem der N. oculomotorius dadurch gelähmt worden war und sich keine spontanen Schwankungen in der Pupillenweite mehr beobachten ließen, reizte ich den N. sympathicus wie vorher. Die Pupille blieb jetzt jedesmal bei Schließung und Oeffnung einer constanten Kette bis zu 7 Elementen bei beiden Stromesrichtungen *unveränderlich*; ebenso bei der Anwendung einzelner Inductionsstöße, wie sie der erwähnte Apparat mit einem Bunsen'schen Elemente nur geben wollte. Dagegen wurde bei rasch nacheinander folgenden Schließungen und Oeffnungen der constanten Kette immer eine deutliche Pupillarerweiterung beobachtet, selbst bei der Anwendung von nur drei Elementen. Bei einem nicht atropinisirten Hunde habe ich durch öfteres Schließen und Oeffnen einer constanten Kette von nur 2 Elementen schon deutliche Erweiterung gesehen. Dasselbe Resultat wurde übrigens auch bei Anwendung des gewöhnlichen Ganges des Inductionsstromes erhalten, selbst wenn die Rollen bis zu 26 und mehr cm von einander abstanden, während die Einzelschläge bei übereinander geschobenen Rollen sich unwirksam an demselben Nerven erwiesen hatten.

Somit stimmen meine Erfahrungen am Hunde mit den am Kaninchen gemachten überein. Woher die Differenz

meiner Resultate mit denen der Herren Landois und Mosler rührt, vermag ich nicht anzugeben. Dieselben haben sich anderer constanter Ketten bedient; mir standen die von ihnen angewendeten Krüger-Hirschmann'schen nicht zur Verfügung. Hätten mir solche zur Disposition gestanden, so würde ich auch mit ihnen gearbeitet und damit angefangen haben, mich zu überzeugen, daß sie hinlängliche Constanz in den ersten Zeiten der Schließung garantiren.

II. Auf den Nervus trigeminus.

Ich habe nur den des Kaninchens in Betracht gezogen. Methodische Reizungen des N. trigeminus mit verschiedenen Mitteln und den Vorsichten, auf die man bei der allmählichen Ausbildung der Reizmethoden aufmerksam geworden ist, sind noch wenige an diesem Nerven ausgeführt worden. Auch circuliren in der Literatur eine Anzahl falscher Citate. Dies sind die Gründe, weshalb ich den Gegenstand noch einmal vorgenommen habe. Magendie *) scheint der erste unter den Physiologen gewesen zu sein, welcher die der Trigeminusdurchschneidung folgende Verengung der Pupille beobachtet hat. Mehrfach **) wird angegeben, daß Fodéra schon diesen Versuch angestellt habe und dazu Magendie's Journal, tome III, p. 207 citirt. Es ist richtig, daß an dieser Stelle davon die Rede ist, daß Fodéra den N. trigeminus durchschnitten, nicht aber davon, daß er dabei Verengung der Pupille gesehen habe.

*) Magendie, de l'influence de la cinquième paire de nerfs sur la nutrition et les fonctions de l'oeil. Dessen Journal de physiologie expérimentale et pathologique. Tome 4, p. 176—177, nicht Tome III, p. 207, wie Herr Rogow in Henle's und Pfeufer's Zeitschrift, dritte Reihe, Bd. XXIX, S. 5 fälschlich citirt.

**) z. B. Grünhagen, Virchow's Archiv Bd. XXX, S. 491.



Longet *) bestätigte diese Angabe und fügte hinzu, daß die Verengung sich wieder gelöst habe.

Aehnliche Beobachtungen liegen von Bernard **) und Braun ***) vor.

Budge †), welcher zuerst den Einfluß des N. trigeminus auf die Pupille sorgfältiger beschrieb, hat sich meist nur der mechanischen Reizung mittelst Durchschneidung des Nerven bedient; nur in wenigen Fällen scheint er den Nerven galvanisirt zu haben. Die Durchschneidung nahm er bald an dem verlängerten Mark, bis zu welchem man makroskopisch den N. trigeminus rückwärts verfolgen kann, bald am Nervenstamm selbst und zwar entweder vor oder hinter dem Gasser'schen Ganglion vor. In allen Fällen sah er Verengung der Pupille, die er durch späteren Eintritt und längere Dauer von der durch Reizung des N. oculomotorius hervorgerufenen Verengung unterschied. Ein geringer Grad von Verengung soll bestehen bleiben, wenn man den Nerven, nachdem er durch das Ganglion Gasserii getreten, durchschneidet. Dies wird dadurch erklärt, daß sich im Ganglion der N. sympathicus an den N. trigeminus anlehne und jener mit durchschnitten werde und nun der N. oculomotorius im Sympathicus keinen Widerstand mehr finde. Nach dem Tode konnte Budge durch keinerlei Reizung des Trigemini die Pupille verengern Von Trautvetter ††) reizte den Ramus ophthalmicus N.

*) Longet, anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme. Tome second, p. 161.

**) Bernard, leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Tome second, p. 65 etc. 1858.

***) Braun, zur Lehre von den Mydriaticis. Archiv für Ophthalmologie. 1859.

†) Budge, über die Bewegung der Iris. S. 97 etc. 1855.

††) v. Graefe's Archiv der Ophthalmologie. Ueber den Nerv der Accommodation von v. Trautvetter. S. 131. 12. Jahrgang. 1. Abtheilung. 1866.

trigemi. Er sah bald Verengerung, bald Erweiterung der Pupille und schreibt beide Erscheinungen resp. dem Oculomotorius und Sympathicus zu. Ueber die Art der Verengerung und etwa daraus zu ziehende Folgerungen spricht er sich nicht aus. Ueberhaupt befremdet es, daß er auf *Budge's* Erfahrungen und Meinungen nicht näher eingeht.

Balogh *) sah bei der Durchschneidung des *N. trigeminus* am lebenden Thiere Verengerung der Pupille, hingegen bei electricischer Reizung des *Gasser'schen* Ganglions oder des ersten Trigeminusastes am enthaupteten Thiere beobachtete er Erweiterung der Pupille, welche er auf dilatirende Fasern bezieht, die zum Theil gleichen Ursprung und gleichen Verlauf mit dem Trigeminus haben.

Oehl **) beobachtete bei Kaninchen im ersten Augenblick nach der Freilegung des *N. trigeminus*, sowohl bei Reizung als bei Durchschneidung des Augenastes, Verengerung der Pupille. Etwas später aber bewirkte die Reizung Erweiterung, die Durchschneidung Verengerung der Pupille. Ich entnehme diese Angabe dem *Meißner'schen* Jahresberichte über die Fortschritte der Physiologie im Jahr 1862, aus welchem nicht zu ersehen ist, wie die beiden letzten Ausdrücke zu nehmen sind.

Grünhagen konnte zwar am todtten Thiere durch Reizung des *N. trigeminus* keine Verengerung hervorrufen, wohl aber am lebenden. Hier ist sie ihm gelungen bei Thieren, deren Pupille durch Atropin erweitert war und bei denen das Ganglion supremum exstirpirt und die Sympathicusfasern degenerirt waren ***). Er erläuterte sich An-

*) Ueber einen neu entdeckten Weg der pupillenerweiternden Nervenröhren, von Dr. Col. Balogh. Untersuchungen zur Naturlehre von Jac. Moleschott. Bd. VIII, S. 423. 432. 433. Gießen 1862.

**) Della Influenza che il quinto pajo cerebrale dispiega sulla Pupilla. Firenze 1863.

***) A. Grünhagen, über Irisbewegung. Virchow's Archiv Bd. XXX (2. Folge. Bd. X), S. 513. 520.

fangs *) den Einfluß des N. trigeminus auf die Pupille in der Art, daß er einen besonderen Einfluß desselben auf die Elasticität der Ciliarportion der Iris annahm. Später hat er diese Ansicht aufgegeben und nimmt nunmehr an, daß der N. trigeminus ein motorischer Nerv des Sphincter pupillae sei**).

Um über die Stellung des Trigemini zur Pupillenbewegung ein eigenes Urtheil zu bekommen, habe ich folgende Versuche angestellt. Für eine beliebige Reizung des Trigemini am lebenden Thiere konnte ich keinen besseren Ort als die mittlere Schädelgrube finden. Die Reizung am verlängerten Mark kann, abgesehen davon, daß sie sich an demselben Thiere nicht bequem mehrmals hintereinander her ausführen läßt, beanstandet werden, insofern man es nicht mit einer reinen Reizung des peripherischen Nerven zu thun hat. Im hinteren Theile der Augenhöhle den Nerven aufzusuchen gab ich wegen der Enge des Raumes und leicht entstehenden Blutungen auf. Ich entblöse in hinlänglicher Ausdehnung den hinteren Theil der seitlichen Fläche des Großhirnes und nehme mittelst eines kleinen Löffels, den ich öfter in Eisenchlorid tauche, so viel von der einen Hemisphäre weg, daß ich den Lauf des Trigemini von der vorderen Fläche des Felsenbeins an deutlich sehe. Zweckmäßig ist es junge Thiere zu wählen, da bei ihnen der Triginus an der oben erwähnten Stelle noch von keiner starken Knochenschuppe bedeckt ist. Wo diese vorhanden ist, trage ich sie mittelst eines starken Messers ab.

Dem zum Versuche bestimmten Thiere werden 8 bis 10 Tage zuvor große Stücke, einschließlichs des Ganglion

*) Vergl. hierzu seine Bemerkungen, die Bewegung der Iris betreffend, in der Berl. klin. Wochenschrift. 1865, Nr. 23 und Nr. 24, besonders S. 253.

***) A. Grünhagen in Pflüger's Archiv Bd. X. 1875, S. 172.

supremum, aus dem Sympathicus ausgeschnitten, um Degeneration der peripherischen Fasern zu bewirken, außerdem wird durch wiederholte starke Atropineinträufelungen der Einfluß des N. oculomotorius auf die Pupille eliminiert. Ich finde nun übereinstimmend mit Grünhagen, daß unter diesen Umständen *mechanische* Reizung in der Form der Nervendurchschneidung Pupillenverengerung hervorruft. Eine Erweiterung derselben irgend welcher Art habe ich *unter Voraussetzung dieser Vorbereitungen nicht gesehen*. Auch gaben mir alle electricischen Reizungen bei denselben Thieren ausnahmslos nur Verengerungen der Pupille. Die Versuche erstreckten sich auf drei Individuen, bei jedem wurden die Versuche mehrmals wiederholt. Später zu erwähnende Versuche gestatten mir jedoch nicht, mich dahin auszusprechen, daß jeder in Zukunft nach dem eben angegebenen Verfahren angestellte electricische Versuch genau die erwähnten Resultate geben müsse. Diesen Erfahrungen habe ich noch die folgenden anderen hinzugefügt.

Chemische Erregungen durch concentrirte Kochsalzlösung haben denselben Erfolg. Bei dem langsamen Eintritt und dem langsamen Verschwinden der Pupillarcontraction war nicht zu erwarten, daß der einzelne flüchtige Inductionsstrom einen Erfolg haben werde. Der Versuch zeigte jedoch das Gegentheil. Ich verfuhr dabei so, daß, nachdem das Auge atropinisirt war und die der Trigeminusdurchschneidung folgende Verengerung sich wieder zum allergrößten Theil gelöst hatte, ich die Electroden an den durchschnittenen Nerven anlegte und nun erst einige Zeit beobachtete, ob sich in Folge einer etwaigen mechanischen Einwirkung durch diese Manipulation die Pupille verengerte. Da ich keine Aenderungen derselben sah, ließ ich nun den Inductionsstoff folgen. Die Pupille zog sich einige Zeit langsam, natürlich nicht so weit als dies beim Tetanisiren zu geschehen pflegt, zusammen und dehnte sich ebenso wieder aus. Von einer Reizung des N. oculomotorius

konnte keine Rede sein. Das Auge war atropinisirt und außerdem verlief die Zusammenziehung nicht in so kurzer Zeit, wie ich dies bei Reizung des Oculomotorius am nicht atropinisirten Auge durch den einzelnen Inductionsschlag gesehen habe.

Man hat bisher behauptet, daß man nach dem Tode eines Thieres durch die Reizung des Trigeminus keine Verengerung der Pupille mehr hervorrufen könne und fand darin einen ungünstigen Umstand für die Ansicht, daß der pupillenverengernde Einfluß des Trigeminus eine Muskelwirkung sei, um so mehr, als die Reizung des N. oculomotorius bis gegen eine halbe Stunde nach dem Tode Pupillenverengerung erzeugt. Ich bin nach meinen Versuchen über diesen Gegenstand jedoch von dem Gegentheil dieser Behauptung überzeugt. Ich schnitt Kaninchen auf beiden Seiten große Stücke des Grenzstrangs mit Einschluss des Ganglion supremum aus. Nach 10 bis 14 Tagen wurde der N. trigeminus auf die oben beschriebene Art zur Reizung vorbereitet, die beiden Augen wurden mit einer Atropinlösung bepinselt, um dadurch jede Mitreizung des Oculomotorius aufzuheben; endlich wurde noch die bloßgelegte Trachea mit einer starken Fadenschlinge umlegt, um durch Zuziehen derselben zu passender Zeit das Thier zu tödten.

1. Versuch. — Beide Pupillen hatten nach der Atropinisirung eine Breite von 9 mm. Hierauf wurde *rechts* der N. trigeminus vollständig durchgeschnitten. Nachdem die durch Trigeminusdurchschneidung hervorgebrachte Verengerung sich deutlich zu lösen begann und die *rechte* Pupille eine Weite von 6 mm hatte, wurde $1\frac{1}{4}$ Stunde nach der Durchschneidung das Thier durch Zuschnüren der Trachea erstickt. Nachdem das Athmen einige Minuten aufgehört hatte, wurde der peripherische Stumpf des N. trigeminus mit Inductionsströmen gereizt. Hierbei trat an der linken Pupille eine anhaltende Verengerung, an

der rechten eine deutliche Erweiterung ein, die aber bald schwand und allmählich in eine Verengung bis auf 4 mm übergang.

Augenscheinlich waren von den etwas stark gewählten Inductionsströmen Schleifen auf den nahe liegenden Trigemini der anderen Seite übergegangen und hatten dort verengernde Fasern getroffen.

2. Versuch. — Nachdem die oben angegebenen Vorbereitungen abermals stattgefunden hatten, wurde dem Thiere die Trachea zugeschnürt. Vier Minuten nach dem letzten Athemzuge schnitt ich den rechten Trigenini durch. Bei der Durchschneidung trat eine auffallende Verengung der rechten Pupille ein. Nach weiteren 6 Minuten reizte ich den linken nicht durchschnittenen Trigenini electricisch. Es trat anfangs Erweiterung ein, die nach dem Nachlaß des Reizes allmählich in Verengung übergang, so daß die Pupille viel enger wurde als sie vor der Reizung war. Bei electricischer Reizung des peripherischen Stumpfes des durchschnittenen rechten Trigenini dasselbe Resultat. Dreizehn Minuten nach dem Tode konnte man keine Verengung mehr hervorrufen, es waren aber auch die Pupillen noch sehr eng.

Durch diese Versuche wird bewiesen, daß unmittelbar nach dem Tode eine Verengung der Pupille sowohl durch mechanischen als auch durch electricischen Reiz zu erzielen ist. Ich glaube, daß um den verengenden Einfluß des N. trigeminus nach dem Tode nachzuweisen, man im Allgemeinen wohl thut, vor dem Tode keine Trigeninidurchschneidung vorzunehmen, denn nach einer solchen scheint mir, wegen des längeren Zuwartens bis die durch die Durchschneidung stark verengerte Pupille wieder erheblich weiter geworden ist, der peripherische Nervenstumpf an Erregbarkeit abzunehmen. Eine etwa eintretende reflectorische Verengung durch den N. oculomotorius, die täuschen könnte, hat man nicht zu fürchten, da vorher die

Augen atropinisirt sind. Die bisweilen bei der electricischen Reizung des N. trigeminus anfänglich beobachtete Erweiterung der Pupille, die übrigens nicht immer eintritt, läßt sich erklären entweder dadurch, daß der Sympathicus, obwohl derselbe vierzehn Tage zuvor durchgeschnitten, noch nicht in all seinen Theilen degenerirt war und in Folge dessen erfolgreich mitgereizt wird, oder dadurch, daß andere pupillenerweiternde Fasern noch dem Trigeminus irgendwo beigemischt werden. Uebrigens habe ich auch bei dieser Versuchsreihe einen Fall verzeichnet, in welchem die electricische Reizung des durchschnittenen N. trigeminus nach dem Tode eine Verengerung ohne vorausgegangene Erweiterung gab. Bei der Dicke der Nerven und der durch die Dura versteckten Lage derselben begreift man es, daß, trotz der Anwesenheit wirksamer erweiternder Fasern, man das eine Mal eine Erweiterung bekommt, das andere Mal nicht.

Diese Versuche sind in Verbindung mit einem anderen, in welchem nicht atropinisirt und auf der rechten Seite vor der Erstickung Trigeminus und Oculomotorius durchgeschnitten waren und in welchem während der Erstickung die linke Pupille sich anfangs stark verengerte und später wieder weiter wurde, noch deshalb bemerkenswerth, weil sie zeigen, daß die bei dieser Todesart während einer gewissen Periode stattfindende Pupillenverengerung von einer Erregung des N. oculomotorius herrührt. Ist dieser vorher durchgeschnitten oder vollkommen durch Atropin gelähmt, so tritt keine Verengerung der Pupillen während der Zuzuschnürung der Trachea ein. Wie es sich bei anderen Todesarten verhält, bleibt noch zu untersuchen.

Da selbst nach 14 Tagen der Durchschneidung des Sympathicus und auch dann noch, wenn dabei das Ganglion supremum mit ausgeschnitten worden ist, bei der Reizung des N. trigeminus eine Erweiterung vorkommen

kann und der allgemeinen Annahme zu Folge man wohl annehmen könnte, daß die in die Bahn des N. trigeminus tretenden Sympathicusfasern gelähmt wären, so würde es darauf ankommen, nach anderen Quellen von erweiternden Fasern zu suchen. Balogh führt an, in einer Reihe von Versuchen Folgendes beobachtet zu haben. Nach Enthauptung des Thieres reizte er das Ganglion Gasseri oder den ersten Trigeminasast mittelst Inductionsströmen eines Neef'schen Apparates, und die Pupillenerweiterung blieb niemals aus, selbst dann nicht, wenn er *hinter* dem Ganglion Gasseri den Trigeminasstamm reizte. Daraus zieht er den Schluß, daß „mit dem Stamme des Trigemini ebenfalls Röhren gehen, die, durch das Ganglion Gasseri tretend, für den Dilatator der Pupille bestimmt sind.“ Um den Ursprung dieser Erweiterungsfasern, die in dem Trigeminasstamm verlaufen, zu eruiren, liefs er, nach Entfernung des Groß- und Kleinhirns, von der Medulla oblongata nur denjenigen Theil übrig, welcher zwischen dem Stamme der beiderseitigen Trigemini seinen Platz einnimmt. Nachdem nur dieser zurückgebliebene Theil mittelst Inductionsströmen gereizt wurde, erweiterten sich die beiderseitigen Pupillen; nach Durchschneidung des N. trigeminus zwischen Medulla oblongata und Ganglion Gasseri konnte er nach Reizung der Medulla oblongata keine Veränderung in der Pupillengröße wahrnehmen, während Reizung des mit dem Ganglion Gasseri verbundenen Stumpfes des Trigeminasstammes eine Pupillendilatation zur Folge hatte.

Ferner will er bemerkt haben, daß bei Zurücklassung anderer Theile der Med. oblongata, als oben erwähnt, vor oder hinter den Ursprungsstellen des N. trigeminus, und Reizung derselben die Pupille unverändert bleibt, und schließt daraus, daß „an der Ursprungsstelle des N. trigeminus Röhren entstehen, welche, in dem Stamme des

Trigeminus gelagert, für die Dilatatoren der Pupille bestimmt sind*.

Die von mir in ähnlicher Weise angestellten Versuche stimmen nicht mit den Angaben Balogh's überein. Einem weissen Kaninchen wurden beide Ganglia *suprema nervi sympathici* ausgeschnitten und nach 8 bis 10 Tagen in beide Augen Atropin eingeträufelt. Nachdem die durch Atropin bedingte Erweiterung an beiden Augen vollständig eingetreten war, reizte ich nach Entfernung der *Membrana obturatoria* die Ursprungsstellen des *N. trigeminus* an der *Medulla oblongata* mit verhältnismässig schwachen Inductionsströmen. Es trat allemal eine starke anhaltende Pupillenverengerung beider Augen ein. Während des ganzen Versuches konnte trotz der grössten Aufmerksamkeit keine, auch nicht eine Spur von einer Erweiterung beobachtet werden.

Schwache Ströme wählte ich deshalb, weil ich befürchtete, stärkere möchten durch paradoxe Uebertragung die in die Bahn des *N. trigeminus* tretenden *Sympathicusfasern* mitreizen. Möglicherweise hat Herr Balogh diesen Umstand nicht beachtet.

Der Einwand, dass die Ströme für die pupillenerweiternden Fasern zu schwach gewesen wären, wird nicht leicht zu machen sein, da bei der electricischen Reizung des *Trigeminus* peripher vom *Gasser'schen* Ganglion, wenn man überhaupt die pupillenerweiternden Fasern trifft, diese ihre Wirkung sehr leicht, noch vor den *Trigeminusfasern*, zu erkennen geben. Hiernach bin ich nicht geneigt, pupillenerweiternde Fasern von Hause aus im *Trigeminus* anzunehmen. Die Thatsache aber, dass selbst wenn der *N. sympathicus* bis gegen 14 Tage vorher durchschnitten worden ist, die *Trigeminusreizung* peripher vom *Gasser'schen* Ganglion Erweiterung der Pupille geben kann, hängt entweder davon ab, dass die Degeneration der *Sympathicusfasern* noch nicht hinlänglich weit in dieser Zeit peri-

pherisch vorgeschritten ist, oder daß pupillenerweiternde Fasern im Gasser'schen Ganglion entspringen. Mag auch die erstere Annahme unwahrscheinlich sein, weil, so weit die Erfahrungen an den motorischen Nerven der Skelettmuskeln reichen, diese viel schneller degeneriren, so ohne weiters wird sie nicht ganz zurückzuweisen sein. Möglich wäre übrigens, daß Herr Balogh nichts Falsches gesehen habe. Es könnte sein, daß es Fälle abnormen Verlaufs der pupillenerweiternden Fasern giebt; es könnte sich ereignen, daß während der Entwicklung des Thieres ein Theil jener Fasern, anstatt in den Grenzstrang des Sympathicus eingeschlossen zu werden, ihren Weg durch den Trigeminus nimmt. Für gewöhnlich aber kann ich der Bahn dieses Nerven derartige Fasern nicht zuschreiben. Ich habe diese Gelegenheit benutzt, um mich über das Verhalten der Pupille und der Ursache desselben während der Asphyxie zu unterrichten. Ueber den Thatbestand werden verschiedene Angaben gemacht und über die Wirkungen der einzelnen Nerven bei diesen Veränderungen existiren keine besonderen Versuche. Balogh*) giebt an, Folgendes bei zwei Versuchsreihen beobachtet zu haben.

Erste Versuchsreihe. Nach Zuschnürung der Trachea trat eine starke Verengerung beider Pupillen ein, die nach Verlauf einer Minute in eine Erweiterung überging, die in dem Todesmomente fortwährend zunahm, so daß die Iris als ein Millimeter breiter Streifen sich zeigte. Gleich mit dem Tode trat wieder eine Verengerung ein, die auch constant blieb, so daß die Pupille einen Durchmesser von 4 mm hatte.

Bei der zweiten Versuchsreihe entfernte er das rechte Ganglion supremum und nachher schnürte er die Trachea

*) Ueber einen neu entdeckten Weg etc., von Dr. Col. Balogh. Untersuchungen zur Naturlehre von Jac. Moleschott. Bd. VIII, S. 426. 430. Gießen 1862.

zu. Während der ersten Augenblicke verengerten sich die Pupillen gleichmäßig und gleichartig, so daß ihre Größe kaum die eines Nadelkopfes ausmachte. Nach einer Minute fingen an beide Pupillen sich zu erweitern und zwar die des rechten Auges langsamer als die des linken, so daß nach 10 Secunden die linke Pupille eine Weite von 9,5 mm, die rechte eine solche von 5 mm hatte. Nach Eintritt des Todes verengerten sich beide Pupillen gleichmäßig und 5 Minuten später hatten sie einen 2 mm langen Durchmesser. Nach Exstirpation des Ganglion supremum an der einen Seite war die Erweiterung immer geringer als die der unversehrten Seite.

Budin und Coyne *), die an Hunden experimentirt haben, erwähnen nicht der gleich nach der Zusehnürung eintretenden Verengung. Sie haben folgenden Versuch angestellt.

An einem kräftigen Hunde wurde Tracheotomie gemacht und in die Trachea eine Kanüle mit einem Hahn versehen eingesteckt.

2 Uhr 40 Minuten. Bei schwankender Pupille wurde der Hahn geschlossen. Nach einer Minute : die Pupille bleibt unbeweglich und in einer Weite zwischen Contraction und Dilatation. Das Thier ist unempfindlich beim Stechen. Nach sieben Minuten : die Pupille ist stark erweitert und unbeweglich. Bei unregelmäßigem Herzschlag treten Zuckungen ein. Nach 10 Minuten : das Thier athmet nicht mehr, während die Pupillen immer noch erweitert bleiben. Nachdem nun der Hahn geöffnet und künstliche Athmung angewendet wurde, fängt das Herz an regelmäßig zu schlagen, die Athmung wird normal und die Pupillen verengern sich.

*) Des phénomènes pupillaires dans l'asphyxie; différences de ces phénomènes dans l'anesthésie chloroformique et dans l'anesthésie asphyxique, par MM. P. Budin et P. Coyne. Gazette médicale de Paris. 46e année. 4e Serie. Tome IV. Nr. 8, p. 91.

Die von mir angestellten Versuche ergaben mir Folgendes.

Bei einem Kaninchen wurde das linke Ganglion supremum sammt einem Theile des N. sympathicus abgerissen und in die Trachea eine Kanüle eingebunden. Als man dieselbe verschloß, wurde während der ersten Minute an beiden Pupillen eine starke Verengung beobachtet, die dann allmählich in eine Erweiterung übergang. Beim linken Auge war die schließliche Erweiterung um 2 mm kleiner als beim rechten. Wurde dem Thiere nun wieder Luft zugelassen, so verengerten sich die Pupillen von neuem.

Einem anderen Kaninchen wird ebenfalls zuvor der linke Sympathicus mit Einschluss des Ganglion supremum exstirpirt. Nach Verschluss der Kanüle traten dieselben Veränderungen der Pupille wie im vorigen Versuche ein. Nun wurden beide Augen atropinisirt und die Kanüle von Neuem geschlossen. Das linke Auge blieb unverändert, das rechte zeigte keine Verengung, aber eine kleine Erweiterung. Wegen der geringen Erweiterung auf der nicht operirten Seite wiederholte ich den Versuch an einem weiteren Kaninchen. Hierbei fehlte die Verengung beider Pupillen, die rechte aber erweiterte sich sehr deutlich.

Als ich die oben erwähnten Versuche über die Reizbarkeit des Trigemini nach dem Tode anstellte, bei welchen vorher die Durchschneidung beider Sympathici ausgeführt und ebenfalls beide Augen atropinisirt worden waren, sah ich während des Todes durch Asphyxie weder Verengung noch Erweiterung auf beiden Augen. Hieraus folgt, daß während der Asphyxie bei Kaninchen in einem Stadium Pupillenverengung durch Oculomotoriusreizung und in einer zweiten Pupillenerweiterung stattfindet, die theils einem Nachlaß der Oculomotoriusreizung, theils einer Reizung des Sympathicus zugeschrieben werden muß. Eine Reizung der die Pupille verengernden Trigemini Fasern findet nicht statt.

Ich habe oben angedeutet, wie die verengernde Wirkung des Trigemini verschiedenartig aufgefaßt worden ist und sich Grünhagen, der früher jene nicht als eine motorische ansah, sich später zu dieser Ansicht bekannt hat. Auf die von demselben vorgebrachten Gründe, sowie auf die Erfahrung, daß mechanische, chemische und electriche Reize des Trigemini selbst nach dem Tode des Thieres noch Verengerung hervorrufen, gestützt, schliesse ich mich seiner neuen Meinung an. Es ist, wie schon Grünhagen hervorhob, bemerkenswerth, daß ein und derselbe Muskel, durch verschiedene Nerven zur Contraction angeregt, verschiedene Contractionen ergiebt. Freilich ist die Annahme nicht bewiesen, daß Oculomotorius und Trigemini auf dieselben circulären Muskelfasern wirken. Ich füge zum Schluß hinzu, daß für die Blasenmuskulatur ein ähnliches Verhalten angegeben wird. Nach Gianuzzi*) giebt die electriche Reizung von aus dem Rückenmarke kommenden und zum Plexus hypogastricus gehenden Nerven eine rasche, kraftvolle, dagegen die Erregung von aus dem Rückenmark kommenden und zum Grenzstrang gehenden Fasern eine langsame und schwache Zusammenziehung. Da diese Angabe in Vergessenheit gerathen zu sein scheint, so wird sie im hiesigen physiologischen Laboratorium demnächst einer erweiterten Prüfung unterzogen werden.

*) Gianuzzi, Recherches physiologiques sur les nerfs moteurs de la vessie. Journal de physiologie. Tome VI, 1863, p. 53. 54. Compt. rend. Tome LVI, 1863, p. 53. 54.



14807

4884