

Experimental-Untersuchungen über die Beziehungen des vorderen Vierhügels zum Pupillarreflex.

Von

Dr. Georg Levinsohn,
Privatdozent in Berlin.

Mit Taf. VI—VII, Fig. 1—15.

Wenn es bisher noch nicht gelungen ist, den zentripetalen Faserzug, welcher den optischen Reiz auf den Oculomotorius überträgt, einwandfrei festzustellen, so ist der Hauptgrund dafür höchst wahrscheinlich in dem Umstand zu suchen, dass es sich überhaupt nicht um ein geschlossenes Bündel handelt, sondern dass verschiedene, aneinander gereihte Neurone die Verbindung des Optikus mit dem dritten Nerven bewerkstelligen. Dieser Grund erklärt es wohl am besten, dass durch die anatomischen Untersuchungen bei Pupillenstörungen gewöhnlich gar keine oder nur geringe histologische Abweichungen festgestellt wurden, Abweichungen die um so leichter der Beobachtung entgehen konnten, als bei den meisten bisher untersuchten Fällen von Anomalien des Pupillenspieles in der Regel noch andere den in Frage kommenden Bahnen benachbarte Gehirnpartien erkrankt zu sein pflegten. Ein exakter Aufschluss über die zentripetalen Pupillenbahnen wird daher in erster Linie von der experimentellen Forschung zu erwarten sein. Aber auch diese hat noch nicht zu dem erwünschten Ziele geführt und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil die bisherigen Untersuchungen in der Regel der genügenden Exaktheit entbehren.

So ist z. B. die Frage, inwieweit der vordere Vierhügel zum Pupillenreflex in Beziehung steht, deswegen noch nicht mit absoluter Sicherheit beantwortet worden, weil, wie schon Pavlow¹⁾ gezeigt hat, die erhaltenen Resultate auf groben Versuchen beruhen und die Autoren sich nicht die Mühe genommen haben, den Umfang der Zerstörung mikroskopisch festzustellen. Diese Versuche aber verdienen nach

¹⁾ Pavlow. Le Névraze. Vol. 1, 1. 1900.

Pavlovs Ansicht um so weniger Vertrauen, als die vorderen Vierhügel derart gelegen sind, dass es höchst schwierig ist sie isoliert zu zerstören, ohne zugleich den einen oder den andern benachbarten Teil zu verletzen, und weil das zu reizende Gebiet so beschränkt ist, dass es für den Experimentator unmöglich wird, eine circumscripste Reizung vorzunehmen. Was die letzte Frage anbetrifft, so ist durch die positiven Versuche von Hensen und Völkers¹⁾, Bernheimer²⁾, Angelucci³⁾ und dem Verfasser⁴⁾ einwandfrei festgestellt worden, dass die in den vordersten Partien des vorderen Vierhügels unterhalb des Aquaeductus Sylvii gelegenen Hirnschichten den Ausgangspunkt der zentrifugalen Pupillenbahn darstellen. Andererseits kann den Experimenten von Flourens, Stefani, Longet, Budge, Renzi, Lussana, Lemoigne, Knoll, Gudden, Bechterew, Ferrier und Turner aus dem schon oben gerügten Grunde keine Beweiskraft zugesprochen werden. Dasselbe gilt auch für die von Bernheimer⁵⁾ ausgeführten Exstirpationen des vorderen Vierhügels bei Affen. Dieser Autor hat 1898 bei 2 Affen eine doppelseitige, bei 1 Affen eine einseitige Exstirpation des vorderen Vierhügels ausgeführt und danach nur eine geringe Pupillenstörung beobachtet. Dasselbe Resultat erzielte er in allerjüngster Zeit⁶⁾ bei 4 Affen, denen zweimal auf einer Seite, zweimal beiderseitig das Corpus quadrigeminum ant. entfernt worden war. Bernheimer konstatierte nach der Vierhügel-exstirpation nur dann eine vorübergehende Pupillenerweiterung und Herabsetzung der Pupillenerregbarkeit, wenn die gegen den Thalamus zu angrenzende Vierhügelpartie eine geringe Schädigung erlitten hatte. Da in allen diesen Fällen eine mikroskopische Bestimmung des gesetzten Defekts nicht vorliegt, so ist auch nicht ersichtlich, inwieweit die Auffassung Bernheimers berechtigt ist. Jedenfalls müsste, vorausgesetzt, dass der von Bernheimer⁷⁾ beschriebene, in die lateralen Partien des Vierhügels einstrahlende und in der Höhe des Aquädukts nach abwärts zum Oculomotoriuskern ziehende Pupillenfaserzug zu Recht besteht, nach einer vollständigen Entfernung beider Vierhügel eine totale reflektorische Pupillenstarre erwartet werden.

1) Hensen u. Völkers. v. Graefe's Arch. f. Opth. Bd. XXIV, 1.

2) Bernheimer. v. Graefe's Arch. f. Opth. Bd. XLVIII, 2.

3) Angelucci. Arch. di ottalm. Vol. II. Fasc. I—VIII.

4) Levinsohn. v. Graefe's Arch. f. Opth. Bd. LIX, 3.

5) Bernheimer. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. CVIII, 3.

6) — v. Graefe's Arch. f. Opth. Bd. LXX, 3. S. 539.

7) — — Bd. XLVII, 1.

Im Jahre 1904 konnte ich auf Grund zahlreicher Versuche an Kaninchen den Nachweis führen¹⁾, dass die Exstirpation des ganzen vorderen Vierhügels inklusive der Haubenpartien bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii den Pupillarreflex vollkommen unversehrt lässt. Erst eine Verletzung, die ventralwärts über die Basallinie des Aquädukts hinausreicht, führt zu einer Pupillenlähmung und zwar auf der gekreuzten Seite. Es konnte ferner von mir gezeigt werden, dass der Reflexbogen für den auf Belichtung sich einstellenden Pupillarreflex bei Kaninchen caudalwärts nicht über die vordere Hälfte des vorderen Vierhügels hinausgeht. Diese Versuche waren zum Teil von einer genaueren mikroskopischen Bestimmung der gesetzten Verletzung begleitet. Immerhin ist die Auffassung, dass der Pupillarreflex in Beziehung zum vorderen Vierhügel steht, auch heute noch eine sehr verbreitete. So betont z. B. Bach²⁾ in seiner vor kurzem erschienenen Pupillenlehre die angebliche Übereinstimmung aller Autoren darin, dass die Pupillenfasern vor dem Corpus geniculatum ext. abzweigen und zum vorderen Vierhügelarm hinziehen.

Es ist daher notwendig, durch neue Versuche und zwar vorzugsweise an Tieren, deren Mittelhirn demjenigen des Menschen sehr ähnlich ist, nämlich an Affen den Beweis zu führen, dass nicht nur das vordere Vierhügeldach, sondern alle ventralwärts von diesem gelegenen Partien des Mittelhirns bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii, also auch die beiden Vierhügelarme eine Beziehung zum Pupillenreflex nicht besitzen. Hier kommt es naturgemäss in erster Linie darauf an, durch genaueste mikroskopische Kontrolle der ausgeführten Verletzung auf Grund sorgfältig angelegter Schnittserien den Beweis einwandfrei zu gestalten. Die Versuche sind an 3 Affen (*Macacus Rhesus*) und mehreren Kaninchen angestellt. Was die Technik anbetrifft, so schliesst sich diese dem von Bernheimer³⁾ empfohlenen Verfahren der Zerstörung des Edinger-Westphalschen Kernes an (Blosslegung beider Hemisphären in geringem Umfange über dem Os parietale und Auseinanderziehen der ersteren nach Unterbindung des Sinus longitud.), sie unterscheidet sich aber sehr wesentlich von diesem Verfahren dadurch, dass die Exstirpation des Vierhügels, wie ich schon früher erwähnt habe⁴⁾, entweder mit dem Absaugeverfahren allein, oder unter Zuhilfenahme desselben ausgeführt wurde. Nach

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Bach, L., Pupillenlehre. Berlin 1908.

³⁾ Bernheimer. v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. LII, 2.

⁴⁾ Loc. cit.

meinen Erfahrungen wird nur durch die Benutzung dieses Hilfsmittels eine sichere Ausschälung des Vierhügels ermöglicht, jede andere Methode führt infolge von Blutungen und Ansammlung seröser Flüssigkeit dazu, im Dunkeln zu operieren, oder bringt nur ganz flüchtig die in der Tiefe gelegenen kleinen Vierhügel zur Anschauung.

Nach sorgfältiger Beobachtung der klinischen Erscheinungen und nach dem Tode der Tiere, der entweder spontan oder künstlich erfolgte, wurden die interessierenden Gehirnteile zurechtgeschnitten, gehärtet und in vollständigen Serien von Frontalschnitten genau untersucht; als Tinktionsmittel kamen Hämatoxylin, das Bendasche Eisenalaunverfahren mit van Gieson-Differenzierung und die Palsche Markscheidenfärbung zur Anwendung. Behufs sicherer und einwandsfreier Orientierung habe ich immer mehrere Schnitte aus den verschiedenen Abschnitten des Mittelhirns bei jedem Affen photographisch fixiert, so dass es leicht möglich ist, den Umfang der Verletzung genau zu überblicken.

Das Resultat der Versuche ist in kurzen Zügen folgendes:

Affe 1. 10. I. Exstirpation des linken Vierhügels. Danach ist die Re. (Licht) beiderseits = 0; eine Stunde später, als sich das Tier von der Operation etwas erholt hatte, ist die linke Pupille 1 mm enger als die rechte, beide Pupillen sind aber im Dunkeln gleich weit und verengen sich auf Lichteinfall ziemlich gut, wenngleich auch die Re. (Licht) links etwas herabgesetzt erscheint.

11. I. Die linke Pupille ist immer noch etwas enger als die rechte, ebenso ist die Re. (Licht) links zwar deutlich vorhanden, gegenüber rechts aber etwas herabgesetzt.

13. I. Heute sind beide Pupillen gleich und reagieren auf Lichteinfall prompt, aber immer noch etwas weniger als in der Norm.

15. I. Die Pupillen sind gleich und reagieren auf Lichteinfall vollkommen normal. Dieses Verhalten bleibt konstant bis zum Tode, der am 24. I. infolge einer kurz vorher ausgeführten Operation an der Hirnrinde erfolgt.

Taf. VI, Fig. 1 ist das vergrößerte Bild der vier Corpora quadrigemina in der Ansicht von oben. Wir sehen, dass der linke vordere Vierhügel in seiner ganzen Ausdehnung fehlt, während die anliegenden Gebilde völlig unversehrt erscheinen. Aus den Figg. 2, 3 und 4 (Taf. VI) geht hervor, wie weit die Verletzung in die Tiefe reicht. Taf. VI, Fig. 2 entspricht einem Querschnitt durch die oralsten Partien des vorderen Vierhügels, Taf. VI, Fig. 3 einem solchen auf der Grenze zwischen vorderem und mittlerem Drittel, und Taf. VI, Fig. 4 den caudalsten Partien des Corpus quadrigeminum anterius, schon fast ganz ausser dem Bereich des Oculomotoriuskerns. Die Verletzung stellt sich zum Teil als reiner Defekt dar, zum Teil jedoch ist derselbe ausgefüllt mit sklerosiertem Gewebe, das die Farbe fast gar nicht annimmt. Wir können erkennen, dass die Verletzung in den vordersten Partien des Corpus quadrigeminum, sowohl das

Dach als auch die darunter liegenden Teile bis über die Basis des Aquädukts vollkommen zerstört hat, in den mittleren und namentlich caudalen Partien dagegen weit über die Basis des Aquädukts ventralwärts hinabreicht.

Affe 2. 15. I. Exstirpation des linken Vierhügels. Danach ist die linke Pupille etwas enger als die rechte. Kurze Zeit darauf sind beide Pupillen etwas eng aber gleich. Beide reagieren prompt auf Lichteinfall.

Am nächsten Tage ist der Affe tot.

Die Figg. 5, 6 und 7 (Taf. VI) sind Querschnitte durch die Vierhügelgegend dieses Affen und zwar fällt die Schnittrichtung etwas schräg aus, von dorsal-caudalwärts nach ventral-oralwärts. Taf. VI, Fig. 5 ist ein Schnitt durch die vordersten Partien, Taf. VI, Fig. 6 durch die Mitte und Taf. VI, Fig. 7 durch die hinteren Partien des vorderen Vierhügels. Die neben dem deutlich sichtbaren Defekt gelegenen Partien sind mit zahlreichen punktförmigen Blutungen und mit einem serösen Exsudat durchsetzt. Aus der Betrachtung dieser Serie geht hervor, dass die neben dem Aquädukt gelegenen Medialpartien unverletzt geblieben, dass dagegen die übrigen Partien, namentlich die lateralen, ventralwärts bis in die Nähe der Substantia nigra ausgefallen sind.

Affe 3. 31. I. Exstirpation des linken Vierhügels. 2 $\frac{1}{2}$ Stunde später ist die linke Pupille etwa 4 $\frac{1}{2}$ mm weiter als die rechte, auch die Re. (Licht) ist links etwas herabgesetzt.

1. II. Die linke Pupille immer noch etwas weiter als die rechte, ebenso auch die Re. (Licht) links etwas geschwächt.

Am 3. II. sind beide Pupillen gleich und die Re. (Licht) ist auf beiden Augen völlig normal.

Der Affe wird noch bis zum 9. III. beobachtet. Während dieser Zeit ist der Pupillenbefund durchaus normal.

Die Untersuchung ergibt, dass die Verletzung nur bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii gedungen ist, aber die ganzen Schichten des Vierhügels bis zu dieser Höhe getroffen hat. Auf Taf. VII, Fig. 8, 9, 10 und 11, die den verschiedenen Abschnitten des vorderen Vierhügels entsprechen, erkennt man, dass die linke Seite des Mittelhirns nicht unbeträchtlich verschmälert und in den dorsalen Partien abgeflacht erscheint. Und zwar ist diese Verschmälerng und Abflachung dadurch zu stande gekommen, dass die Wundflächen der zerstörten Partien sich vereinigt und somit den Vierhügeldefekt ausgeglichen haben. Die Wundverklebung hat dann weiter eine Verziehung des Aquädukts nach links zur Folge gehabt. Wenngleich auch auf den ersten Anschein der linke vordere Hügel zum grossen Teil erhalten zu sein scheint, so erkennt man doch beim näheren Hinsehen, dass das nur scheinbar infolge des von der Narbe ausgehenden Zuges auf die anliegenden Partien der Fall ist. Auf allen Figuren ist deutlich sichtbar, dass alle Marksichten des linken Vierhügels fehlen und dass auch fast alle übrigen Partien desselben bis zur Basis des Aquädukts völlig geschwunden sind.

Bevor ich auf die Würdigung der obigen Versuche näher eingehe, sollen noch mit einigen Worten mehrere Kaninchenversuche besprochen werden. Zunächst mag noch einmal ein Versuch Erwähnung finden, der schon früher

von mir flüchtig beschrieben worden ist¹⁾. Es handelt sich um ein Kaninchen, bei dem nach einseitiger Exstirpation eines Vierhügels der Pupillenreflex vollkommen erhalten geblieben war. Taf. VII, Fig. 12 zeigt den Durchschnitt durch die vorderste Partie des Mittelhirns. Taf. VII, Fig. 13 ist ein Querschnitt etwa auf der Grenze zwischen vorderem und mittlerem Drittel, und Taf. VII, Fig. 14 ein solcher durch die caudalsten Vierhügelpartien, schon ausserhalb des Oculomotoriuskerns. Die Photographien ergeben somit, dass der ganze Vierhügel und die unter demselben gelegenen Haubenschichten bis über den Aquädukt hinaus, wenn man von einem ganz geringen medial gelegenen Rest in den vordersten Schichten des Mittelhirns absieht (Taf. VII, Fig. 10), ausgefallen waren.

Ich habe dann noch bei 4 Kaninchen die Ausschaltung der beiden vorderen Vierhügel zugleich vorgenommen. Von diesen Tieren starben aber infolge von Verblutung 2 schon am nächsten Tage, 1 am dritten Tage, während ein Tier 5 Tage am Leben blieb. Bei dem letzteren Kaninchen war der Pupillenreflex auf Lichteinfall erloschen, die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Verletzung bzw. blutige Erweichung fast das ganze Mittelhirn durchsetzt hatte und ventralwärts bis zu den Pedunculis hinabreichte. Bei den andern Tieren war nach der Operation der Pupillarreflex erhalten. Die auf Serien durchgeführte Untersuchung zeigte, dass die Verletzung bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii, bzw. nur wenig über diese hinaus reichte. Taf. VII, Fig. 15 ist der Querschnitt durch das Vierhügelgebiet eines derartig operierten Tieres.

Aus den mitgeteilten Versuchen geht hervor, dass die Ausschaltung des vorderen Vierhügels sowohl beim Affen wie Kaninchen auf die Pupillarreaktion ohne Einfluss bleibt. Die unmittelbar nach der Exstirpation auftretende Pupillenveränderung, die in einer Verengung bzw. Erweiterung der Pupille und leichten Herabsetzung des Pupillarreflexes auf der operierten Seite besteht, pflegt in der Regel sehr bald zurückzugehen. Diese Pupillenanomalie ist ein Beweis dafür, dass die Verletzung bis in die Nähe des zentrifugalen Reflexastes gedrungen ist und diesen sekundär vorübergehend geschädigt hat. Und zwar ist eine Verengerung die Folge, wenn der zentrifugale Pupillenast gereizt wird, während eine Pupillenerweiterung aus einer Lähmung des letzteren resultiert. Dass die nach Vierhügellexstirpation vorübergehend in Erscheinung tretende Pupillendifferenz nur auf eine vorübergehende Läsion der zentrifugalen Pupillenfasern zurückgeführt werden kann, habe ich schon in früheren Arbeiten auseinandergesetzt²⁾. Die innige Beziehung beider Sphinkterkerne zueinander, die Bernheimer nachgewiesen hat, macht eine andere Entstehung der Anisocorie an und für sich unmöglich. Im übrigen besteht zwischen den früheren Untersuchungen des letzteren

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Levinsohn. Zentralbl. f. Psych. u. Nervenheilk. 1900 u. loc. cit.

Autors¹⁾ und den Resultaten, welche derselbe nach der Vierhügel-
 exstirpation erzielt hat, ein Widerspruch. Da Bernheimer nämlich
 nach der Tractusdurchschneidung das Pupillenspiel völlig unversehrt
 gefunden hat, so ist es nicht zu verstehen, warum eine ganz geringe
 Schädigung genau desselben, nur etwas weiter cerebralwärts verlaufen-
 den Faserzuges nach der Vierhügel-
 exstirpation eine Pupillenerweiterung und Herabsetzung des Pupillenreflexes auf der Operationsseite
 zur Folge haben soll. Es müsste in diesem Falle um so mehr nach
 Bernheimer eine völlige Unversehrtheit des Pupillenspiels erwartet
 werden.

Und doch werden wir damit rechnen müssen, dass die Vernichtung
 sämtlicher zu einem Sphinkterkern hinziehender zentripetaler Pupillen-
 fasern eine Beeinträchtigung des Pupillenspiels herbeiführen wird.
 Dafür spricht einmal die zurzeit feststehende Tatsache, dass die konsensuelle
 Pupillarreaktion einen geringeren Umfang besitzt, als die direkte, das lehrt ferner ganz allgemein die Physiologie der Reflexe,
 dass bei einer Reizung zentripetaler Nerven die Energie der Muskel-
 kontraktion auf der gereizten Seite diejenige der entgegengesetzten
 Seite übertrifft. Wenn demnach auch infolge des innigen Konnexes
 beider Sphinkterkerne eine Pupillendifferenz nach Schädigung der zentri-
 petalen Pupillenfaseru unmöglich ist, so wird doch aus den genannten
 Gründen in letzterem Falle, ganz abgesehen von einer eventuellen Störung
 im hemianopischen Sinne, höchstwahrscheinlich eine Herabsetzung der
 Pupillenerregbarkeit auf der entgegengesetzten Seite resultieren. Dass
 für diese Herabsetzung naturgemäss nur die dem Operationsdefekt gegen-
 überliegende Seite in Frage kommen kann, ist von mir²⁾ für das Kanin-
 chen mit Sicherheit bewiesen und für Tiere mit konsensueller Pupillar-
 reaktion wie für den Menschen sehr wahrscheinlich gemacht worden.

Es ist hier notwendig, noch mit einigen Worten auf den Aus-
 gangspunkt der zentrifugalen Pupillenbahn einzugehen. Dass derselbe
 in der Tiefe der proximalen Schichten des vorderen Vierhügels ge-
 legen sein muss, haben die von mir oben schon angeführten Reiz-
 versuche gezeigt. Diese Auffassung erfuhr durch die früher von mir
 publizierten Versuche über die Zerstörung des Edinger-Westphal-
 schen Kernes, bei welchen die Verletzung sich auf das vordere $\frac{1}{3}$ des
 vorderen Vierhügels beschränkte und bis in die Nähe des Edinger-
 Westphalschen Kernes gedungen war, bzw. letztere umfasste, eine
 grosse Unterstützung. Ob aber der Edinger-Westphalsche Kern selbst

1) Bernheimer. v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. XLVII. 1898.

2) Loc. cit.

den Ausgangspunkt der zentrifugalen Pupillenbahn bildet, kann zurzeit nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit und nicht mit Sicherheit behauptet werden. Auch die Versuche Bernheimers der isolierten Zerstörung des Edinger-Westphalschen Kernes dürften nicht im stande sein, diese Frage einwandfrei zu lösen. Dahingegen möchte ich nochmals hervorheben, dass es mir bei der Katze nach Exstirpation des Ganglion ciliare gelungen ist, im Nucleus medianus anterior und Edinger-Westphalschen Kern der gleichen Seite Zellveränderungen destruktiver Art nachzuweisen¹⁾. Wenngleich daher auch infolge Feststellung mancher pathologisch-anatomischer Befunde, wie z. B. in dem von Tsuschida²⁾ beschriebenen Falle, gewichtige Bedenken gegen den Edinger-Westphalschen Kern als Sphinkterzentrum vorliegen, so lässt sich auf Grund der von mir zuletzt erwähnten histologischen Untersuchungen eine gewisse Beziehung zwischen dem Edinger-Westphalschen Kern und den Sphinkterfasern nicht in Abrede stellen.

Fassen wir nunmehr die mikroskopischen Befunde unserer Versuchstiere zusammen, so zeigte sich beim Affen 1, dass der ganze vordere Vierhügel entfernt war; die Zerstörung dehnte sich in den lateralen Partien desselben auch auf die tieferen Schichten, also jedenfalls auf die Vierhügelarme aus, während sie medianwärts in den oralsten Abschnitten bis zum Aquaeductus Sylvii hinabreichte, weiter caudalwärts hingegen auch die lateralen Partien des zentralen Höhlengraus und die darunter und daneben gelegenen Haubenschichten umfasste.

Beim 2. Affen waren die medialsten Partien neben der Vierhügelincisur und dem Aquaeductus Sylvii, also insbesondere das zentrale Höhlengrau unversehrt geblieben, dagegen waren die lateralen Abschnitte des ganzen Vierhügels ventralwärts bis zur Substantia nigra entweder vollständig vernichtet oder mit zahlreichen Blutungen durchsetzt. Also auch in diesem Falle waren beide Vierhügelarme ganz zerstört.

Bei dem letzten Affen hatte sich der Defekt im Laufe der Zeit geschlossen, indes war infolge der Verletzung und des später auftretenden Narbenzuges eine Verschmälerung und Verziehung der entsprechenden Seite des Mittelhirns aufgetreten. Es zeigte sich, dass sämtliche Schichten des vorderen Vierhügels bis zur Höhe des Äquädukts vollständig, ventralwärts von diesen auch die neben dem zentralen Höhlengrau gelegenen Partien bis zur Basis des letzteren ausgefallen waren.

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Tsuschida, Arbeiten aus dem hirnanatom. Institut Zürich 1906, H. 2.

Bei den Kaninchen, die nach der Exstirpation eines oder beider Vierhügel ein normales Pupillenspiel zeigten, handelte es sich gleichfalls um eine Entfernung eines bzw. beider Vierhügel in ganzem Umfange bis über die Basis des Aquaeductus Sylvii hinaus, wobei allerdings die ventralen Partien des zentralen Höhlengraus erhalten waren.

Wenn man mit der Tatsache rechnet, die nach den obigen Auseinandersetzungen in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass eine Zerstörung der Pupillenreflexzentren auf einer Seite, bzw. aller in einen Sphinkterkern einmündenden zentripetalen Pupillenfasern eine Herabsetzung der Pupillenerregbarkeit wenigstens auf der entgegengesetzten Seite bedingt, so lehren die eben angeführten Versuche, dass alle von der Zerstörung getroffenen Schichten bei der Auslösung des Pupillenreflexes nicht in Frage kommen und zwar nicht nur beim Kaninchen, sondern auch beim Affen und höchstwahrscheinlich auch beim Menschen. Dazu gehören zunächst die im vorderen Vierhügel gelegenen Kerne, die Held, Cajal und namentlich v. Gehuchten¹⁾, Edinger²⁾, Déjérine³⁾ und Bechterew⁴⁾ als Zentren für den Pupillarreflex auffassen, nach deren Angaben die Pupillenbahnen ventralwärts in der Meynertschen fontänenartigen Haubenkreuzung die Mittellinie überschreiten, im Fasciculus longit. posterior, bzw. im prädorsalen Längsbündel der entgegengesetzten Seite caudalwärts verlaufen und Collateralen an die Oculomotoriuskerne abgeben. Ebenso wenig können die im mittleren Grau der Vierhügel gelegenen Zellen, wie v. Monakow annimmt, zur Reflexübertragung des optischen Reizes auf den Oculomotorius dienen. Aber auch die von Majano⁵⁾ auf Grund pathologisch-anatomischer Untersuchungen für den Pupillarreflex in Anspruch genommenen Fasern, die von dem lateralen Vierhügelgebiet ausstrahlen und in das prädorsale Längsbündel übergehen, einer Auffassung, der sich auch Bach anschliesst, können unmöglich das anatomische Substrat darstellen, auf welchem der Pupillenreflex zu stande kommt. Dass der von Bernheimer beschriebene Faserzug nicht den zentripetalen Pupillenbahnen entsprechen kann, ist schon oben betont worden.

Das Resultat der mitgeteilten Versuche ergibt somit die Tatsache, dass wir zurzeit den Verlauf der zentripetalen Pupillenfasern

1) v. Gehuchten, Anatomie du système nerveux de l'homme. 1900.

2) Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane. 1900.

3) Déjérine, Anatomie des centres nerveux. T. II. 1901.

4) Bechterew, Les voies de conduction du cerveau et de la moelle. 1900.

5) Majano. Monatsschr. f. Psych. u. Nervenheilk. Bd. XIII. 1903.

nur bis zum Corpus geniculat. extern. kennen, dass die Kenntnis der Fortsetzung dieser Bahnen, insbesondere die Verknüpfung derselben mit dem Oculomotoriuskern noch aussteht, dass jedenfalls das ganze Corpus quadrigem. anterius inkl. der bis zur Basis des Aquaeductus Sylvii reichenden Haubenschichten als leitendes Medium für die auf Lichteinfall zu stande kommende Sphinkterkontraktion nicht in Frage kommt.

Erklärung der photographischen Abbildungen auf Taf. VI bis VII, Fig. 1—15. (Etwa 5fache Vergrößerung.)

Fig. 1. Vierhügelgebiet eines Macacus, 14 Tage nach Exstirpation des linken Vierhügels, beim Blick von oben.

Fig. 2, 3 u. 4. Querschnitte durch die verschiedenen Partien desselben.

Fig. 5, 6, 7. Querschnitte durch das Vierhügelgebiet eines Macacus, 1 Tag nach Exstirpation des linken Vierhügels.

Fig. 8, 9, 10, 11. Querschnitte durch das Vierhügelgebiet eines Macacus, 38 Tage nach Exstirpation des linken Vierhügels.

Fig. 12, 13, 14. Querschnitte durch das Vierhügelgebiet eines Kaninchens, mehrere Tage nach Exstirpation des linken Vierhügels.

Fig. 15. Querschnitt durch das Vierhügelgebiet eines Kaninchens nach Exstirpation beider Vierhügel.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

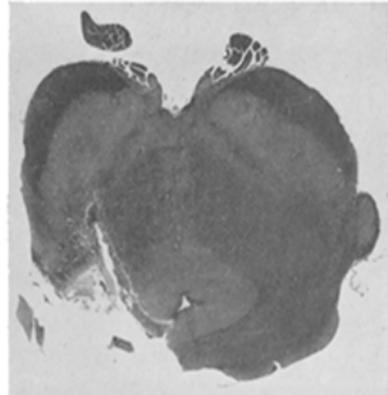


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

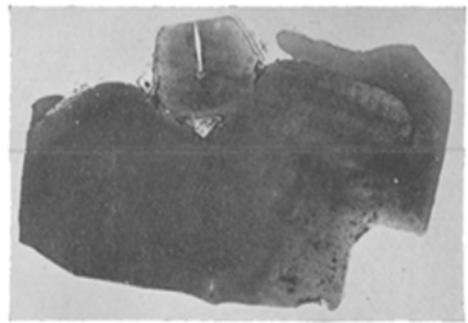


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

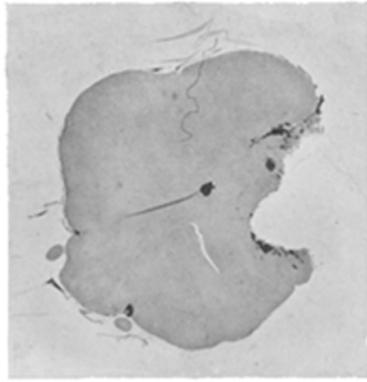


Fig. 12.

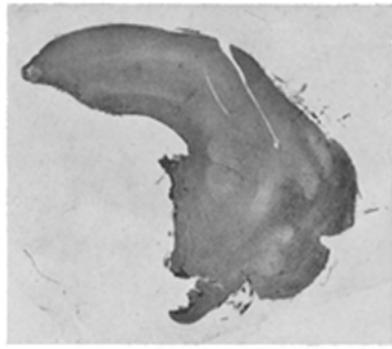


Fig. 14.



Fig. 10.

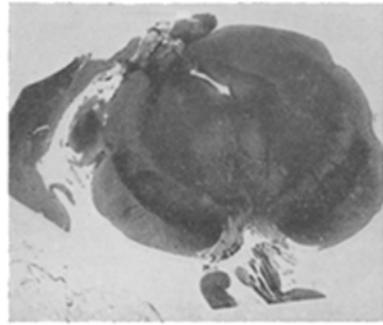


Fig. 11.

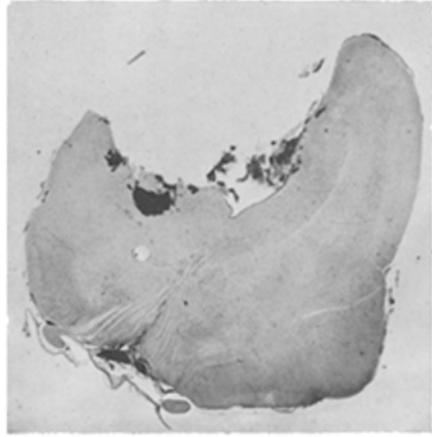


Fig. 13.

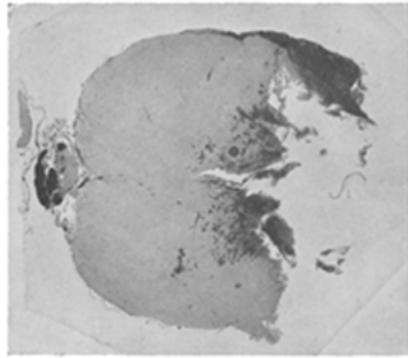


Fig. 15.