

X.

Ueber die Pyramidenkreuzung.

Von

Dr. Max Rothmann,

Privatdocent in Berlin.

(Hierzu Tafel VII. und VIII.)



Die Frage nach der Verbindung jeder Pyramide mit beiden Pyramidenseitenstrangbahnen ist in den letzten Jahren eine beinahe ebenso heiss umstrittene gewesen, wie die nach der partiellen oder totalen Sehnervenkreuzung. Während die letztere jedoch trotz der neuesten Einwände Kölliker's im Sinne der Partialkreuzung endgültig entschieden ist, kann die Frage, ob die Pyramidenkreuzung — abgesehen von der allein beim Menschen existirenden Pyramidenvorderstrangbahn — eine partielle oder totale ist, noch immer nicht als völlig gelöst angesehen werden.

Die ältere diesbezügliche Literatur ist ausführlich in meiner 1896 über den gleichen Gegenstand erschienenen Arbeit behandelt worden¹⁾. Hier soll nur soviel bemerkt werden, dass die Degeneration der gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn nach einseitigen Hirnherden beim Menschen und den höheren Säugethieren bereits vor Einführung der Marchi'schen Methode bekannt war, und im Wesentlichen zu 3 Erklärungen Veranlassung gegeben hat. 1. Jede Pyramide ist mit beiden Py. S. direct verbunden. 2. Einige Fasern der total gekreuzten Pyramidenbahn ziehen im Rückenmark durch die vordere Commissur oder die graue Substanz von der gekreuzten zur gleichseitigen Py. S. hinüber. 3. Die Erkrankung greift in der Pyramidenkreuzung von den degenerirten Pyramidenfasern auf die gesunden der anderen Seite über. Die Marchi'sche Methode zeigte

1) Max Rothmann, Ueber die Degeneration der Pyramidenbahnen nach einseitiger Exstirpation der Extremitätencentren. Neurolog. Centralbl. 1896. No. 11 und 12.

dann mit Sicherheit, dass die zur gleichseitigen Py.S. herüberziehenden degenerirten Fasern direct aus der Pyramidenkreuzung stammen. Daraufhin nahmen die meisten Autoren, u. a. Muratoff¹⁾ und Mott²⁾, an, dass aus jeder Pyramide einige Fasern direct in die gleichseitige Py.S. umbiegen. Dagegen konnte ich selbst zwar in jedem Falle von frischer Degeneration (bis zu 4 Wochen) degenerirte Fasern aus der Kreuzung in die gleichseitige Py.S. herüberziehen sehen; es gelang mir aber trotz Anwendung von Serienschnitten niemals, das Umbiegen in der Kreuzung zu beobachten. Ich konnte vielmehr mit Sicherheit feststellen, dass die zur gleichseitigen Py.S. ziehenden degenerirten Fasern bei ihrem ersten Auftreten in der Kreuzung sich mit den übrigen degenerirten Fasern schiefwinklig schneiden, so dass man den Eindruck erhält, dass die aus der normalen Pyramide in die Kreuzung gelangenden Fasern hier der Degeneration anheimfallen. Da es mir ferner bei einem Hunde, der 2 Monate nach der Operation am Leben blieb, trotz Anwendung der Marchi'schen Methode ebenso wenig gelang, degenerirte Fasern in der gleichseitigen Py.S. aufzufinden, wie bei länger am Leben gebliebenen Hunden und Affen mit der Weigert'schen Färbung, so suchte ich diese Befunde derart zu erklären, dass die im ersten Stadium der Degeneration in starker Quellung befindlichen Markscheiden der Fasern der degenerirten Pyramidenbahn auf die sich mit ihnen kreuzenden normalen Fasern der anderen Pyramide einen Druck ausüben, der einige der letzteren zur Degeneration bringt. Diese Degeneration, die sich unter normalen Verhältnissen zurückbilden kann, wenn bei weiterem Zerfall und Resorption der Markscheiden der von der degenerirten Pyramide stammenden Fasern der Druck auf die Fasern der anderen Pyramide aufhört, kann unter pathologischen Verhältnissen, wie sie beim Menschen zu bestehen pflegen (Arteriosclerose etc.), zu einem dauernden Ausfall einiger Fasern in der gleichseitigen Py.S. führen.

Ungefähr gleichzeitig veröffentlichte Starlinger³⁾, nachdem er bereits 1895 die Versuchsanordnung mitgetheilt hatte, die Ergebnisse der von ihm zuerst ausgeführten isolirten Durchschneidung beider Pyramiden in der Medulla oblongata bei Hunden, die längere Zeit nach der Operation am Leben blieben. Von den zahlreichen interessanten Er-

1) Muratoff, Archiv für Anatomie und Physiol. Anatom. Abth. 1897. S. 17. — Neurol. Centralbl. 1895. No. 11.

2) F. W. Mott, Journal of Physiology. Vol. XV. 1893.

3) Josef Starlinger, Die Durchschneidung beider Pyramiden beim Hunde. Neurol. Centralbl. 1895. S. 390. Jahrbücher für Psychiatrie. 1896. Bd. XV. S. 1.

gebnissen dieser Arbeit soll hier nur das eine hervorgehoben werden, dass es auch Starlinger, der an lückenlosen Serienschritten nach der Marchi'schen Methode gearbeitet hat, nicht gelang, in der Pyramidenkreuzung degenerierte Fasern, welche direct zur gleichseitigen Py.S. umbiegen, festzustellen, so dass er also mit meinen Ergebnissen völlig übereinstimmt. Dagegen suchten Dejerine et Thomas auf Grund von 7 einschlägigen Beobachtungen beim Menschen die Verbindung jeder Pyramide mit beiden Seitensträngen festzustellen¹⁾. Vor allem zwei dieser Fälle werden von ihnen als beweiskräftig nach dieser Richtung angesehen. Der erste derselben betrifft einen 24jährigen, an Tuberculose zu Grunde gegangenen Mann, der im Alter von ca. 1 Jahr eine infantile cerebrale linksseitige Hemiplegie erlitten hatte. In diesem Falle soll eine völlige Atrophie der rechten Pyramide vorhanden gewesen sein, und trotzdem gelang es auf Weigert-Präparaten, normale Fasern, die von der Pyramidenkreuzung zur linken Py.S. hinzogen zu sehen, die dann von der linken Pyramide abstammen mussten. Es bestand nun aber intra vitam zwar eine völlige Lähmung der linken oberen Extremität; aber das linke Bein war beinahe ganz normal, so dass die völlige Atrophie der ganzen von der rechten Hirnhemisphäre kommenden Pyramidenbahn nicht sehr wahrscheinlich ist, und man annehmen kann, dass immer noch erhaltene Fasern von der rechten Pyramide zur linken Py.S. herüberzogen. Der zweite Fall betrifft eine 2 Monate alte rechtsseitige Hemiplegie in Folge einer Zerstörung der linken Capsula interna, bei der an Marchi-Präparaten in der Pyramidenkreuzung Fasern zu beiden Py.S. zu verfolgen waren, trotz völlig normaler rechter Pyramide. Da nach der gegebenen Abbildung und Beschreibung aber die directe Umbiegung der Fasern zur gleichseitigen Py.S. nicht nachgewiesen worden ist, so kann dieser Fall gewiss nicht zur Lösung der strittigen Frage herangezogen werden. Redlich²⁾, der die Pyramidenkreuzung nach einseitiger Exstirpation der Extremitätenregion der Hirnrinde bei der Katze nach Marchi untersucht hat, kommt zu dem Schluss, dass für die Mehrzahl der degenerirten Fasern der gleichseitigen Py.S. die von mir gegebene Erklärung nicht zutreffen könne, da es sich um ein compactes, aus der Kreuzung hervortretendes Bündel handle. Er hält an

1) Dejerine et Thomas, Sur les fibres pyramidales homolatérales et sur la terminaison inférieure du faisceau pyramidal. Archives de physiologie. 1896. p. 277.

2) Emil Redlich, Ueber die anatomischen Folgeerscheinungen ausgedehnter Exstirpationen der motorischen Rindencentren bei der Katze. Neurol. Centralbl. 1897. S. 818.

der Verbindung jeder Pyramide mit beiden Py.S. fest, wenn er auch die Möglichkeit meiner Erklärung für eine Minderzahl der hier in Betracht kommenden Fasern zugiebt. Russell¹⁾ findet in einem Fall von Hemi-sphärentumor beim Menschen mit völliger Atrophie der rechten Pyramide vereinzelte zur gleichseitigen Py.S. ziehende Fasern der linken Pyramide. Er hält Rothmann's Anschauung für schwer zu widerlegen, aber für nicht wahrscheinlich. Campbell²⁾ dagegen kommt in einem kritischen Referat zu dem Schluss, dass die Frage der Pyramidenkreuzung noch nicht entschieden sei. Endlich finden sich in der soeben erschienenen Monographie von Long³⁾ mehrere einschlägige Untersuchungen aus der menschlichen Pathologie. Er findet bei Degeneration einer Pyramide nach einseitigen Hirnherden in einem Falle keine Degeneration in der gleichseitigen Py.S. (Fibres homolatérales), in einem anderen ziehen solche ungekreuzten Fasern aus dem unteren Theile der Kreuzung zur gleichseitigen Py.S. herüber und lassen sich bis zur 4. Sacralwurzel herab verfolgen (Fall VIII und X, S. 230 und 247).

Fasst man alle diese Ergebnisse zusammen, so kann man sagen, dass nach den bis jetzt vorliegenden Forschungen die Frage nach der gleichseitigen, ungekreuzten Pyramidenseitenstrangbahn noch keine endgültige Lösung gefunden hat. Es giebt allerdings einen Weg, diese Frage sicher zu entscheiden, indem man analog der von Singer und Münzer zum Nachweis der partiellen Sehnervenkreuzung gewählten Versuchsanordnung die Extremitätenregion der einen Hemisphäre beim neugeborenen Thier entfernt und so die entsprechende Pyramidenbahn zur Agenesie bringt. v. Monakow⁴⁾ giebt in seinem Werk über Hirnpathologie die Abbildung der Pyramidenkreuzung eines solchen Hundes, dem am Tage der Geburt die rechte Hemisphäre abgetragen worden war. Auf derselben sieht man die totale Kreuzung der linken Pyramide bei völliger Atrophie der rechten. v. Monakow erwähnt auch an anderen Stellen seines Buches nichts von der ungekreuzten Pyramidenseitenstrangbahn. Extirpirt man nun einem solchen Hunde mit Agenesie der einen Pyramidenbahn nach 6—8 Wochen die Extremitätenregion

1) Risien Russell, Contribution to the study of some of the afferent and efferent tracts in the spinal cord. Brain XXI. 1898.

2) Alfred W. Campbell, On the tracts of the spinal cord and their degenerations. Brain XX. 1897.

3) Edouard Long, Les voies centrales de la sensibilité générale (étude anatomo-clinique). Paris. G. Steinheil. 1899.

4) v. Monakow, Gehirnpathologie. Bd. IX. 1. Theil von Nothnagel's spec. Pathol. und Therapie. S. 256. — Dieses Archiv Bd. 27. 1895.

der anderen Seite, so kann in der Pyramidenkreuzung die frische Degeneration der allein vorhandenen Pyramidenbahn mit der Marchi'schen Methode mit Sicherheit verfolgt werden. Existirt thatsächlich eine zur gleichen Seite umbiegende Pyramidenbahn, so muss sie sich hier schwarz gefärbt darstellen; ist sie nicht vorhanden, so müssen zur gleichseitigen Py.S. ziehende degenerirte Fasern völlig fehlen, da ja Fasern der anderen Pyramide, die einem Druck in der Kreuzung unterliegen könnten, nicht existiren. Dieser Versuch ist bisher nicht angestellt worden; die Chancen, auch nur einige der operirten Thiere dabei am Leben zu erhalten, sind offenbar sehr schlechte. Dagegen glaube ich, auf einem anderen Wege dasselbe Ziel erreicht zu haben.

Es gelang mir durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Prof. H. Munk, dem ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage, Medulla oblongata und Rückenmark eines Affen (*Macacus rhesus*) zur Untersuchung zu bekommen, dem H. Munk die linke Extremitätenregion, und zwar in scharfer Begrenzung, 4 Monate ante exitum, die rechte 13 Tage vor demselben extirpirt hatte. In diesem Fall war von vornherein zu erwarten, dass die Fasern der linken Pyramide kaum noch nach der Marchi'schen Methode färbbare Markschollen enthielten, während die rechte Pyramide typische frische Degeneration aufweisen musste. Es wurden nun aus allen Höhen der Medulla oblongata und des Rückenmarks nach Marchi behandelte Schnitte untersucht. Die Pyramidenkreuzung selbst aber wurde in eine völlig lückenlose Schnittserie bei 25 μ Dicke des einzelnen Schnittes zerlegt.

Mikroskopische Untersuchung.

I. Medulla oblongata dicht unterhalb des Pons, oberhalb der unteren Oliven. Beide Pyramiden springen halbkugelförmig an der ventralen Peripherie der Medulla hervor. Die rechte ist etwa um ein Drittel grösser als die linke. Die rechte ist in ihrem ganzen Areal erfüllt mit ziemlich groben schwarzen Schollen von wechselndem Kaliber. Dieselben verdecken fast vollkommen die am dorsalen Rande der Pyramiden entlang ziehenden *Fibrae arcuatae*. Vereinzelt schwarze Schollen sind auch dorsal von der Pyramide bis in die Schleife hinein zu verfolgen, ohne dass über ihre Endigung sicheres zu sagen wäre. In der linken Pyramide sind die schwarzen Schollen wesentlich spärlicher vertheilt, durch reichlich gewuchertes Neuroglia-Gewebe von einander getrennt, die *Fibrae arcuatae* liegen in ganzer Breite unbedeckt von Pyramidenfasern da. Die übrige Medulla ist völlig degenerationsfrei (Taf. VII., Fig. I.).

II. Medulla oblongata, oberer Rand der Oliva inf. Die beiden Pyramiden sind näher aneinander gerückt, springen nicht mehr über das Niveau der Medulla hervor, die rechte zeigt reichliche schwarze Schollen, die linke

nur spärliche. Die *Fibrae arcuatae externae*, die zum Theil um den freien Rand der Pyramiden, zum Theil durch dieselben hindurch ziehen, sind beiderseits frei von Degeneration. Ganz vereinzelte spärliche Schollen ziehen von der rechten Pyramide dorsalwärts zur Olive hin, ohne dass sie bis in das Innere derselben zu verfolgen wären. An Marchi-Präparaten, die mit van Gieson nachgefärbt sind, sind in der rechten Pyramide zwischen den schwarzen Degenerationsschollen über das ganze Areal verstreut eine kleine Anzahl nicht degenerirter Nervenfasern, deren Axencylinder deutlich roth gefärbt hervortritt, erkennbar. Dagegen gelingt es in der linken Pyramide nicht, derartige Fasern mit Sicherheit nachzuweisen (Taf. VII, Fig. II.).

III. *Medulla oblongata* etwas tiefer im Gebiet der voll entwickelten *Olive* inf. und der ersten Andeutung des *Hypoglossuskerns*. Die Pyramiden haben sich wesentlich verbreitert, bei deutlicher Versmälnerung des dorso-ventralen Durchmessers. Die linke Pyramide ist nur unwesentlich schmaler als die rechte, beide sind nur durch einen schmalen *Sulcus anterior* getrennt. Die rechte Pyramide ist auch hier stark degenerirt, die linke zeigt eine wesentlich geringere Zahl von Degenerationsschollen. Die *Fibrae arcuatae externae*, die hier ausschliesslich an der Peripherie der Pyramiden entlang ziehen, sind degenerationsfrei. Aberrirende Fasern der Pyramiden sind nicht nachweisbar. Auch in dieser Höhe ist an mit van Gieson nachgefärbten Präparaten in der rechten Pyramide eine mässige Zahl kleinkaliberiger normaler Nervenfasern deutlich erkennbar, während dieselben links vollkommen zu fehlen scheinen.

IV. Höhe der Schleifenkreuzung. Die Degeneration beider Pyramiden unverändert, nur dass im medialen Theil der rechten Pyramide die degenerirten Fasern zum Theil bereits in Form längerer schwarzer Striche, die dorsalwärts ziehen, auftreten, während die linke Pyramide ausschliesslich von punktförmigen Degenerationsschollen eingenommen ist. Die Schleifenkreuzung sowie alle übrigen Theile der *Medulla oblongata*, einschliesslich der *Fibrae arcuatae externae*, vollkommen degenerationsfrei.

V. Oberster Theil der Pyramidenkreuzung. Der mediale Theil beider Pyramiden rückt langsam dorsalwärts. Die degenerirten Fasern der rechten Pyramide ordnen sich immermehr in Form von schwarzen, mehr oder weniger langen Strichen an, während es links bei der kreisförmigen Degeneration bleibt. Schliesslich beginnen die Pyramidenfasern sich spitzwinklig zu kreuzen in einer Höhe, in der in den dorsalen Abschnitten der Kreuzung noch sichere Schleifenkreuzung nachzuweisen ist. Die Kreuzung der Pyramidenfasern findet nicht in einzelnen Fasern, sondern bündelweise statt. Fasern, die ungekreuzt zur gleichen Seite abbiegen, sind in dieser Höhe nicht nachweisbar (Taf. VII, Fig. III.).

VI. Mitte der Pyramidenkreuzung. Die Pyramiden selbst beginnen allmählich sich zu verschmälern, die Kreuzung der degenerirten Pyramidenfasern nimmt langsam das ganze Areal der Kreuzung ein. Dieselbe ist auch hier andauernd eine vollkommene; die strichförmig degenerirten Fasern der rechten Pyramide kreuzen nach links, die punktförmig degenerirten der linken

sämmtlich nach rechts. Nur in dem dorsalsten Abschnitt der Kreuzung unmittelbar vor dem Centralcanal findet eine Kreuzung nicht degenerirter Fasern statt, die offenbar aus den den Pyramiden seitlich anliegenden Vorderstranggrundbündeln abstammen. Auch in den nächstfolgenden Schnitten bleibt die Kreuzung eine totale; die Zahl der nicht degenerirten, sich kreuzenden Vorderstranggrundbündel und der Raum, den dieselben im dorsalsten Theil der Kreuzung einnehmen, wird immer geringer. Die degenerirten Fasern ziehen beiderseits schräg nach aussen und hinten, dorsal vom Vorderhorn in gerader Richtung auf den hier noch stark lateral gelegenen Kopf des Hinterhorns zu, um unmittelbar vor demselben seitlich zum Seitenstrange hin abzubiegen (Taf. VII, Fig. IV.).

Erst genau in der Mitte der Pyramidenkreuzung (ungefähr vom 60. Schnitte vom oberen Beginn der Kreuzung an gerechnet) sind vereinzelte Fasern nachweisbar, die von der rechten Pyramide aus mit der Gesamtheit der degenerirten Fasern bis unmittelbar vor den Centralcanal ziehen und sich offenbar bereits mit den Fasern der linken Pyramide einmal gekreuzt haben, um nun nach rechts abzubiegen und, indem sie sich als kleine Striche von der sonst punktförmigen Degeneration der Fasern der linken Pyramide deutlich abheben, mit denselben nach dem rechten Seitenstrange herüberzuziehen. In dieser Höhe macht es sich bereits deutlich bemerkbar, dass die rechte Pyramide rascher sich verkleinert wie die linke und nur noch ein etwa halb so grosses Areal einnimmt. Die Kreuzung nicht degenerirter Faserbündel unmittelbar vor dem Centralcanal ist auch in dieser Höhe sehr deutlich.

Sind in den letztbeschriebenen Schnitten die ungekreuzten, zur gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn ziehenden Fasern der rechten Pyramide nur ganz vereinzelt nachweisbar, so zeigt sich auf dem 70. Schnitt der ganzen Kreuzung von oben gerechnet (ca. der 60. von unten) ein kleines compactes, aus ca. 10 Fasern bestehendes Bündel, das, am weitesten nach rechts von den gesamten Fasern der rechten Pyramide gelegen, gemeinschaftlich mit nicht degenerirten Fasern des rechten Vorderstranggrundbündels verlaufend, nach erfolgter Kreuzung mit den linksseitigen Pyramidenfasern, unmittelbar vor dem Centralcanal in nach rechts offener, leicht gekrümmter Bogenlinie nach rechts herumbiegt und, wie auf den nächstfolgenden Schnitten zu erkennen ist, am dorsalen Rande der von der linken Pyramide kommenden Fasern, zum rechten Seitenstrange hinzieht (Taf. VII, Fig. V und Taf. VIII, Fig. VI.).

Während auf den nächsten beiden Schnitten sich diese ungekreuzten Fasern in ihrem weiteren Verlauf zum Seitenstrang noch deutlich erkennen lassen, ist in den nächstfolgenden Schnitten die Kreuzung wiederum eine vollständige. Dabei verkleinert sich die rechte Pyramide andauernd rascher als die linke und nimmt nur noch etwa den vierten Theil derselben ein (Taf. VIII, Fig. VII.).

VII. Unterer Theil der Pyramidenkreuzung. Die Kreuzung bleibt auch hier andauernd eine vollständige. Dabei ist es zu betonen, dass die Kreuzung nicht degenerirter Faserbündel im dorsalen Theil der Kreuzung dicht vor dem Centralcanal entschieden wieder an Intensität zunimmt. Die gekreuzten

Pyramidenbahnen sind hier bereits vollkommen nach dem Seitenstrang umgebogen, dessen Areal sie langsam zu füllen beginnen. In der Kreuzung ziehen die Fasern auch hier nicht einzeln, sondern in Bündeln zwischen einander hindurch. Nur an einer Stelle — etwa am Beginne des unteren Drittels der Kreuzung — findet sich ein minimales aberrirendes Bündelchen degenerirter Fasern, das von der rechten Pyramide stammt, nach erfolgter Kreuzung nicht zum Seitenstrang, sondern zum linken Hinterstrang zieht, um etwa in der Mitte desselben in denselben einzudringen und dann spurlos zu verschwinden.

Im weiteren Verlauf bis herab zur untersten Stelle der Kreuzung sind keine ungekreuzten, degenerirten Pyramidenfasern nachweisbar. Die Kreuzung nicht degenerirter, zum Theil aus den Vorderstrangbündeln, zum Theil aus den Vorderhörnern stammender Fasern wird am untersten Ende der Kreuzung immer stärker.

VIII. Unmittelbar unter der Pyramidenkreuzung. Die Pyramiden sind vollständig geschwunden; unmittelbar am Sulcus ant. sieht man ein schmales, sich von der Umgebung durch etwas dunkleren Ton abhebendes Bündelchen, das zwischen grösstentheils normalen Fasern einige degenerirte erkennen lässt. Dasselbe geht unmittelbar vor dem Centralcanal eine Kreuzung mit den Fasern der entgegengesetzten Seite ein, von der aus sich diese Fasern zum Theil in die Vorderhörner, zum Theil nach der Mitte der grauen Substanz jeder Seite verfolgen lassen. In diesen letzteren Faserzügen sind noch beiderseits, besonders aber links, degenerirte Fasern erkennbar — offenbar die untersten Fasern der degenerirten Pyramidenbahn. Der grösste Theil der letzteren hat in dieser Höhe bereits die hintere Hälfte des Seitenstranges erreicht, deren medialen Theil sie vollkommen, den lateralen nur zum Theil einnimmt. Die übrigen Abschnitte der weissen und grauen Substanz vollkommen normal. Ein bemerkenswerther Nebebefund ist das Vorhandensein eines kleinen Ganglion spinale, unmittelbar an der Peripherie der rechten Rückenmarkshälfte, entsprechend der Mitte des Seitenstranges, an dem man auf den Serienschnitten sowohl den Ein- und Austritt der hinteren Wurzel, als auch die Anlagerung der vorderen Wurzel deutlich erkennen kann. Links ist ein derartiges Gebilde nicht nachweisbar (Taf. VIII, Fig. VIII.).

IX. Halsmark. Die Degeneration nimmt im oberen Halsmark beiderseits ausschliesslich den hinteren Theil des Seitenstranges ein, ist links um vieles intensiver als rechts. Alle übrigen Theile des Rückenmarks sind völlig frei von Degeneration. Es besteht keine Andeutung einer Pyramidenvorderstrangbahn. Im unteren Halsmarke bestehen dieselben Verhältnisse, nur dass die degenerirte Pyramidenseitenstrangbahn beiderseits sowohl von der Peripherie wie von der grauen Substanz durch eine Zone normalen Gewebes abgetrennt ist. In der grauen Substanz ist eine ausgesprochene Degeneration nicht nachweisbar, doch ist es auffällig, dass die feinen schwarzen Punkte, die normaler Weise in jedem Marchi-Präparat diffus über das Gewebe verstreut sind, in den dem linken Seitenstrang benachbarten Partien derselben entschieden in grösserer Zahl auftreten, als in allen übrigen Abschnitten des Rückenmarksquerschnitts (Taf. VIII, Fig. IX.).

X. Brustmark. Die Degenerationen der Pyramidenseitenstrangbahnen zeigen nur geringe Abnahme der Intensität, die übrige weisse und die graue Substanz incl. der Clarke'schen Säulen völlig frei von Degeneration.

XI. Lendenmark. Die Degenerationsfelder der Pyramidenseitenstrangbahnen beiderseits, besonders rechts, wesentlich schwächer geworden, dieselben nehmen ein scharf begrenztes Dreieck ein, das mit der Basis die Peripherie einnimmt und von der grauen Substanz überall durch normales Gewebe getrennt ist. Die weisse Substanz im übrigen normal. Die linke Hälfte der grauen Substanz ist entschieden stärker mit feinen schwarzen Körnern besät als die rechte und zwar vorwiegend das mittlere Gebiet derselben, zwischen Vorder- und Hinterhorn bis heran an den Centralcanal. An zahlreichen der beiderseits gut erhaltenen Ganglienzellen der Vorderhörner ist ein schwarz gefärbter, gewöhnlich an einem Rande des Zellprotoplasmas gelegener Körnchenhaufen erkennbar (Taf. VIII, Fig. X).

XII. Unterer Sakralmark. Die Degeneration der Pyramidenseitenstrangbahn beiderseits noch deutlich erkennbar. Dieselbe nimmt noch immer dasselbe Areal ein, wie im Lendenmark — man kann einzelne der degenerirten, im Querschnitt getroffenen Fasern bis dicht heran an die graue Substanz verfolgen. In letzterer selbst keine Degeneration erkennbar; die feinen schwarzen Körnchen auf beiden Seiten ungefähr gleich vertheilt.

XIII. Oberer Theil des Conus terminalis. Die Degeneration der Pyramidenseitenstrangbahn ist links noch immer deutlich erkennbar, rechts auf wenige Fasern reducirt. Die ganze übrige weisse und graue Substanz vollkommen degenerationsfrei.

Es existirte also in diesem Fall eine frische Degeneration der rechten Pyramide mit den typischen tiefschwarz gefärbten Markschollen, eine alte der linken Pyramide, die aber noch überraschend viel schwarz gefärbte Markschollen erkennen liess. Der wesentliche Unterschied zwischen der alten und der frischen Degeneration bestand aber darin, dass die frisch degenerirten Fasern fast in ganzer Ausdehnung mit schwarz gefärbtem Mark erfüllt waren, während die Markschollen der alten Degeneration nur in grösseren Abständen in kleinen Partikelchen die Markscheiden erfüllten. Daher trat die Degeneration in der Pyramidenkreuzung, in der die Fasern in Längs- resp. Schrägschnitten getroffen waren, rechts in Form von schwarzen Strichen, links in der von schwarzen Punkten auf, so dass die von der rechten und der linken Pyramide stammenden Fasern in der Kreuzung überall genau so scharf von einander unterschieden werden konnten, wie es bei der Agenesie der einen Seite der Fall sein würde.

Was nun die Pyramidenkreuzung selbst betrifft, so ist dieselbe bei dem hier untersuchten Affen genau $3\frac{1}{4}$ mm hoch, wie sich aus der Zahl der Serienschnitte (130) leicht ausrechnen lässt. Dieselbe ist in ihrer oberen Hälfte eine absolut vollständige, ebenso in der unteren

Halfte. Nur in der Mitte, vom 60. bis 70. Schnitt der Serie, gehen Fasern der rechten Pyramide zu dem zum rechten Pyramidenseitenstrang ziehenden degenerirten Faserstrang hinüber. Dieselben sind auf dem 60. bis 69. Schnitt ganz vereinzelt; 1 bis 2 derartige Fasern sind auf jedem Schnitt erkennbar. Nur auf dem 70. Schnitt kann man von einem umbiegenden Bündelchen sprechen; dasselbe, aus ca. 10 Fasern bestehend, ist so dünn, dass die Umbiegung nur auf diesem einen Schnitt zu erkennen ist. Die Trennung dieser Fasern von den zur anderen Seite herüberkreuzenden rechtsseitigen Pyramidenfasern findet erst statt, nachdem diese Fasern sich mit den von der anderen Pyramide kommenden gekreuzt haben. Alsdann biegen sie um und legen sich an den dorsalen Rand der zum rechten Seitenstrang ziehenden von links kommenden Pyramidenbahn.

Ist nach diesen Befunden an der Existenz von Pyramidenfasern, die zur gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn ziehen, nicht mehr zu zweifeln, so ist die Zahl derselben in dem hier untersuchten Fall eine so winzige, dass sie durchaus nicht der nach einseitigen Rindenheerden bei Affen, Hunden, Katzen und bei Läsionen der inneren Kapsel auch beim Menschen gefundenen Degeneration der gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn entspricht.

Bei den grossen Schwankungen, welche in der Vertheilung der Pyramidenfasern offenbar beim Menschen und den höheren Thieren vorkommen, ist es ja denkbar, dass gerade der hier untersuchte Fall abnorm wenig derartige Fasern besessen hat, die vielleicht ein anderes Mal sogar gänzlich fehlen können. Ich glaube aber, dass daneben die oben geschilderte, von mir gegebene Erklärung der Compression gesunder Fasern der normalen Pyramide in der Kreuzung zu Recht bestehen bleibt, so dass dadurch naturgemäss die frische Degeneration der zur gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn ziehenden Fasern bei einseitigen Hirnheerden eine grössere sein muss als in dem hier untersuchten Fall, bei dem die in die Kreuzung eintretenden Fasern der anderen Pyramide bereits völlig degenerirt sind.

An dieser Stelle möchte ich auch einen bemerkenswerthen Unterschied zwischen der Pyramidenkreuzung bei dem hier untersuchten Affen und den früher von mir untersuchten Hunden hervorheben. Bei den letzteren bestanden nebeneinander zwei Arten der Kreuzung, die eine bündelförmig, indem Faserbündel beider Seiten wie die Finger der gefalteten Hand sich durcheinander schieben, die andere faserförmig, indem die einzelnen Fasern beider Pyramiden sich eng verflechten. Bei dem Affen findet nun die ganze Kreuzung bündelförmig statt; bei dieser Form sind natürlich die Chancen für eine Compression gesunder Fasern

in der Kreuzung sehr herabgesetzt. Dieselbe konnte auch bei den Hunden nur an den Stellen faserförmiger Verflechtung nachgewiesen werden.

Es ist ferner auf Grund der obigen Untersuchung zu betonen, dass sichere Ergebnisse in Betreff der genauen Verhältnisse der Kreuzung nur an völlig lückenlosen Serienschnitten derselben zu erheben sind. Ein Ausfallen des einen 70. Schnittes im vorliegenden Fall würde die Feststellung der thatsächlichen Verhältnisse wesentlich getrübt haben, und wahrscheinlich zur Annahme einer totalen Kreuzung geführt haben, da die ungekreuzten Fasern der nächsthöheren Schnitte nur bei sorgfältigster Untersuchung in ganz vereinzelter Exemplaren aufzufinden waren. Es ist deshalb auch von grösster Wichtigkeit, die Härtung des Materials so vorzunehmen, dass sich die freien Flächen der zur Untersuchung nach Marchi nothwendigen kleinen Medullastücke nicht derart werfen, dass grössere Abschnitte beim Schneiden verloren gehen. Das wird am besten durch anfängliche Härtung der ganzen unzerlegten Pyramidenkreuzung in 10 pCt. Formol erreicht, dem erst nach einigen Tagen das Zerlegen von Medulla obl. und Kreuzung in kleine Stücke, das Uebertragen in die Müller'sche Flüssigkeit und das Marchi'sche Gemisch folgen darf.

Was nun die Angaben der anderen Untersucher in Betreff des Austritts der zur gleichseitigen Py.S. ziehenden Fasern aus der Kreuzung betrifft, so ist die einzige Arbeit, deren Abbildungen hierüber Genaueres erkennen lassen, die von Russell,¹⁾ der bei einer Katze mit Entwicklungshemmung des Centralnervensystems und völligem Fehlen der rechten Pyramide eine Theilung der Fasern der linken Pyramide in der Höhe der Kreuzung abbildet, so dass beide Py.S. mit Fasern versorgt werden. Dieser Fall ist aber seines völlig abnormen Verhaltens wegen zur Beurtheilung der Faservertheilung in der Pyramidenkreuzung nicht heranzuziehen. In den anderen Arbeiten aber ist die Degeneration der zur gleichseitigen Py.S. ziehenden Fasern entweder eine so minimale, dass sie in der Abbildung der Kreuzung garnicht zum Ausdruck kommt, so in den beiden Fällen aus der menschlichen Pathologie von Hoche²⁾ und Russell³⁾, oder es fehlen Angaben, in welchen Abschnitten der Kreuzung dieselben die Pyramide verlassen, vollständig. Redlich⁴⁾

1) Risien Russell, Defective development of the central nervous system in a cat. Brain. 1895. p. 37.

2) Hoche, Beiträge z. Anatomie der Pyramidenbahn etc. Dieses Archiv Bd. XXX. 1897.

3) Russell, Brain XXI. 1898.

4) Redlich l. c.

giebt nur an, dass ein compacteres Bündel nach dem gleichseitigen Seitenstrang hinzieht, und Russell erwähnt, dass diese Fasern besonders am oberen Ende der Kreuzung zur gleichseitigen Py.S. herübergehen, während Long sie im unteren Theil der Kreuzung gesehen hat.

Im ganzen Verlauf der Pyramidenkreuzung sind nun in unserem Fall in den dorsalen Abschnitten derselben normale kreuzende, nicht aus den Pyramiden stammende Fasern nachweisbar. Gehören dieselben in den obersten Abschnitten der Kreuzung noch der Schleifenbahn an und lassen sich deutlich in ihrem Verlauf zu den Hinterstrangkernen verfolgen, so handelt es sich in der Mitte und dem unteren Theil der Kreuzung um Fasern aus den den Pyramiden lateral anliegenden Vorderstranggrundbündeln, die theils zum entsprechenden Strang der anderen Seite, theils, namentlich in den tieferen Abschnitten der Kreuzung, zu Vorderhorn und Basis der grauen Substanz der anderen Seite herüberkreuzen. Diese nicht degenerirte Kreuzung der Vorderstranggrundbündel ist auch nach beendeter Pyramidenkreuzung eine kurze Strecke im obersten Halsmark nachweisbar. In den gangbaren Lehrbüchern ist nichts über dieselbe zu finden. Dagegen ist sie von v. Monakow¹⁾ bereits 1884 beschrieben worden; er sah bei der Katze in den tiefen Ebenen der Pyramidenkreuzung und unterhalb derselben kreuzende Vorderstrangfasern, die zum Theil in das Vorderhorn ziehen.

Oberhalb der Pyramidenkreuzung sind in unserem Fall degenerirte Fasern auf beiden Seiten lediglich in der Pyramide selbst nachweisbar. Nur ganz vereinzelte feine degenerirte Fasern lassen sich von der frisch degenerirten Pyramide aus in die Schleife und zur Mitte der gleichen Seite verfolgen, ohne dass sich über ihre Endigung etwas Sicheres feststellen liesse. Es fehlen hier also vollständig die von Rothmann beim Hunde, von Redlich bei der Katze beschriebenen Degenerationen der *Fibrae arcuatae externae* und der Interolivalfasern der gekreuzten Seite. Waren dieselben auch dort nur bei einem kleinen Theil der Versuchsthiere nachzuweisen, so zeigt unser Fall aufs Neue, dass man es hier nur mit ausnahmsweise auftretenden Degenerationen zu thun hat, sei es, dass es sich um aberirrende Pyramidenfasern handelt, sei es, dass die in transversaler Richtung durch die Pyramide ziehenden Fasern hier von den in frischer Degeneration befindlichen Pyramidenfasern durch Druck geschädigt werden. Eine Verbindung der Pyramide mit beiden Hypoglossuskernen, wie sie Hoche beim Menschen beobachten konnte, fehlte in unserem Fall natürlich auch, da ja nur die Extremitäten-

1) v. Monakow, Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Pyramiden- und Schleifenban. Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. 1894. No. 6 und 7.

region jeder Seite exstirpirt worden war. Desto bemerkenswerther ist es, dass die Degeneration das ganze Areal der Pyramide einnahm. Es lässt sich damit bereits ausschliessen, dass eine, gesondert von den Pyramidenfasern der Extremitätenregionen verlaufende, von anderen Gebieten der Hirnrinde stammende Bahn in der Pyramide ihren Verlauf nimmt. Aber die Befunde der mit der van Gieson'schen Methode nachgefärbten Marchi-Präparate machen die Anwesenheit solcher Pyramidenfasern überhaupt nicht wahrscheinlich. Denn auch zwischen den degenerirten Fasern verstreut finden sich in der frisch degenerirten Pyramide nur spärliche normale Fasern; in der Pyramide mit 4 Monate alter Degeneration sind aber auch diese fast völlig geschwunden. Diese Fasern müssen also entweder durch directe Schädigung in der degenerirten Pyramide zu Grunde gehen, oder sie stellen ein zweites Neuron einer corticospinalen im Pons oder in höher gelegenen Hirnabschnitten unterbrochenen Bahn dar, das der tertiären Degeneration anheimfällt.

Ist es bereits durch frühere Untersuchungen nachgewiesen, dass nach Abtrennung des Stirnhirns beim Hunde keine Degeneration in den Pyramiden der Medulla oblongata nachweisbar ist,¹⁾ so scheint es nach diesem Befunde, dass in den letzteren ausser der von der Extremitätenregion stammenden Pyramidenbahn keine wesentlichen anderen Fasern verlaufen, dass vielmehr die Verbindung der Hirnrinde mit den Rückenmarkscentren der übrigen Körpermusculatur andere Bahnen einschlagen muss.

Betrachten wir nun den Verlauf der Pyramidenbahn unterhalb der Kreuzung im Rückenmark, so ist in unserem Falle ausserhalb des Areals der Pyramidenseitenstrangbahn in der ganzen Höhe des Rückenmarks keine Degeneration erkennbar. In letzterer selbst ist die Degeneration beiderseits bis zur Höhe der ersten Coccygealwurzel herab zu verfolgen; hier sind im rechten Seitenstrang nur noch wenige degenerirte Fasern, im linken mit der frischen Degeneration dagegen noch ein abgegrenztes Bündel zu erkennen. Eine Pyramidenvorderstrangbahn fehlt vollkommen; vereinzelte degenerirte Fasern, die noch dicht unter der Kreuzung im Vorderstrang am Sulcus ant. erkennbar sind, stellen lediglich die letzten Ausläufer der zum Seitenstrang herüberkreuzenden Fasern dar.

Ueber die Existenz eines Pyramidenvorderstranges bei den höheren Thieren liegen theils positive, theils negative Angaben vor. Beim Affen (*Macacus sinicus*) hat Mellus²⁾ bereits 1894 nach Exstir-

1) Max Rothmann, Ueber das Rumpfmuskelcentrum in der Fühlsphäre der Grosshirnrinde. Neurol. Centralbl. 1896. No. 24.

2) E. L. Mellus, Preliminary Note on Bilateral Degeneration in the

pation des Centrums der grossen Zehe ausser Degeneration in beiden Pyramidenseitensträngen ganz vereinzelte degenerirte Fasern im Vorderstrang gesehen, die nicht unter die Mitte der Halsanschwellung herab zu verfolgen waren. Nach Exstirpation des Centrums für den Daumen waren im Vorderstrang degenerirte Fasern nicht mit Sicherheit festzustellen. Auch in einer soeben erschienenen weiteren Arbeit hat Mellus¹⁾ Degeneration im Vorderstrang nach Exstirpation kleiner Stückchen der Extremitätenregion beobachtet. Ferner hat Redlich²⁾ bei seinen Versuchen an der Katze in 3 von 5 Fällen ein kleines schmales degenerirtes Feld vom Sulcus ant. bis etwa zur 2. oder 3. Halswurzel verfolgen können, das dann in die graue Substanz einzugehen schien. Da in der von ihm gegebenen Abbildung die gekreuzten Pyramidenfasern noch nicht sämmtlich den Seitenstrang erreicht hatten, so könnte es sich auch hier um verspätet kreuzende Fasern der degenerirten Pyramide handeln.

Jedenfalls sind diese Ergebnisse äusserst dürftig und lassen, in Verbindung mit dem von zahlreichen Forschern bei Affe, Hund und Katze erhobenen negativen Befund den Schluss zu, dass die Pyramidenvorderstrangbahn bei den höheren Thieren in der Regel fehlt, ausnahmsweise in den obersten Abschnitten des Halsmarks in Spuren vorhanden ist, keinesfalls entsprechend der mächtig entwickelten Bahn beim Menschen, die ja auch nach den Untersuchungen von Jacobsohn³⁾ und Benvenuto⁴⁾ bereits oberhalb der Kreuzung von den übrigen Pyramidenfasern gut abgegrenzt ist. Ganz zurückzuweisen ist nach diesen Befunden der Versuch Stoddart's⁵⁾, der Pyramidenvorderstrangbahn beim Hunde die Leitung von Impulsen zum Hinterbein der gekreuzten Seite zuzuschreiben. Derselbe sah nach völliger Durchtrennung der Mittellinie der Medulla oblongata von oberhalb des Calamus scrip-

Spinal Cord of Monkeys (*Macacus sinicus*), following Unilateral Lesion of the Cortex cerebri. Proceeding of the Royal Society of London. Vol. LV. 1894. pag. 208.

1) E. Lindon Mellus, Notor path. in the brain and cord of the monkey Journ. of nerv. and ment. diseases. 1899. Vol. XXVI. p. 197. Ref. Neurol. Centralbl. 1899. No. 14.

2) Redlich l. c.

3) L. Jacobsohn, Ueber die Lage der Pyramidenvorderstrangbahn in der Medulla oblongata. Neurol. Centralbl. 1895. No. 8.

4) E. Benvenuto, Refer. Leistungen auf dem Gebiet der Anatomie des Centralnervensystems von Edinger und Wallenberg. 1897/98. S. 38.

5) W. H. B. Stoddart, An experimental investigation of the direct pyramidal tract. Brain Bd. XX. 1897. p. 441.

torius bis zum obersten Rückenmark bei Rindenreizung in der Extremitätenregion Bewegungen des Hinterbeins der gekreuzten Seite und der Schwanzmuskeln der gleichen Seite. Wenn er dieselben der Leitung in der in solcher Ausdehnung beim Hunde sicher nicht existirenden Pyramidenvorderstrangbahn zuschreibt, so übersieht er vollständig die viel näher liegende Erklärung einer Ueberleitung der Impulse oberhalb der Durchtrennung im Pons, sei es direct auf dem Wege des Pick'schen Bündels, sei es indirect durch Vermittelung von Kernen des Pons oder höherer Hirnabschnitte.

Was endlich die Endigung der Pyramidenbahn im Rückenmark betrifft, so hat diese Frage erneutes Interesse erhalten durch eine überraschende Mittheilung von Schäfer¹⁾, dass es ihm beim Affen mittelst der Marchi'schen Methode gelungen sei, die degenerirten Pyramidenfasern nach der Basis des Hinterhorns und speciell in die Clarke'schen Säulen zu verfolgen. Dieselben beschreiben um den ventralen Theil der letzteren einen Halbkreis und verlieren sich als feine Fasern zwischen den Zellen. Zu anderen Theilen der grauen Substanz, speciell zu den Vorderhörnern sind keine degenerirten Fasern zu verfolgen. Diese Befunde konnte Schäfer nach Halbdurchschneidung des Rückenmarks in Hals- und Brustmark erheben.

Diese Ergebnisse Schäfer's sind um so bemerkenswerther; als es bisher trotz vielfacher Bemühungen zahlreicher Forscher nicht gelungen war, die Beziehungen der grauen Rückenmarkssubstanz zu den Endigungen der Pyramidenfasern durch die Degenerationsmethode festzustellen. Zuerst war die von Flechsig aufgestellte Anschauung die allgemeine geworden, dass die Pyramidenfasern in der Substanz der Vorderhörner endigen und hier mit den grossen motorischen Ganglienzellen in Verbindung treten. Edinger²⁾ giebt in seinem Lehrbuch sogar an, dass man im embryonalen Mark an Längs- und Schrägschnitten mit der Golgi'schen Silbermethode die Collateralen der Pyramidenfasern in das Vorderhorn derselben Seite verfolgen könne, wo sie sich zu feinen Fasern aufsplitteln. Desto auffälliger war es aber, dass bei den zahlreichen Beobachtungen von Pyramidendegeneration bei Menschen und Thieren keine Veränderungen in der grauen

1) E. A. Schäfer, On the termination of the fibres of the Pyramidal Tract in the Spinal Cord in Clarke's column etc. Festschrift für Lazzaro Spallanzani. 1899. p. 121. — Some results of partial transverse section of the spinal cord. Journal of Physiology. Vol. XXIV. No. 2.

2) Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 4. Aufl. 1893. S. 158.

Rückenmarkssubstanz, weder an Nervenfasern noch an Ganglienzellen festzustellen waren. Von derartigen negativen Befunden mit der Marchi'schen Methoden sind zu nennen die von Starlinger, Rothmann, Redlich, Déjérine et Long¹⁾. Nur v. Monakow²⁾ gelang es, mit Hilfe der Methode der secundären Atrophie durch Rindenexstirpation an neugeborenen Hunden und Katzen, Ganglienzellenschwund im Processus reticularis des oberen Cervicalmarks zu beobachten in Verbindung mit Schwund der Zwischensubstanz am Uebergang von Vorder- zu Hinterhorn. v. Monakow nimmt daraufhin, in Uebereinstimmung mit älteren Ausführungen von Deiters, an, dass zwischen Pyramidenfaserneuron und Wurzelzellenneuron eine in der Gegend des Proc. reticularis und des Seitenhorns ihren Ursprung nehmende Schaltzelle eingefügt sei.

Die Schäfer'schen Ergebnisse stehen also nicht im Einklang mit den bisherigen Befunden, ganz besonders nicht mit dem mit derselben Marchi'schen Methode von zahlreichen Forschern constatirten Fehlen von Degenerationsproducten in der grauen Substanz. Da diese aber die Degeneration der Pyramidenbahn nach Hirnherden, Schäfer nach Halbdurchschneidung des Rückenmarks studirt hatten, so konnte hier die Erklärung der Differenz gegeben sein. Ich habe deshalb nicht nur den hier berichteten Fall und meine alten Präparate von Rindenexstirpationen bei Hunden und Affen einer genauen Untersuchung unterzogen, sondern auch zwei Fälle von totaler Rückenmarksdurchtrennung und zwei von Halbseitenläsion in der Höhe der 10.—11. Brustwurzel beim Hunde zur Prüfung herangezogen. In allen diesen nach Marchi untersuchten Fällen war es mir nicht möglich, degenerirte Fasern von der degenerirten Pyramidenseitenstrangbahn aus in die graue Substanz oder etwa gar zur Clarke'schen Säule zu verfolgen. Auch war an Weigert-Präparaten von einem Affen, der 1 $\frac{1}{4}$ Jahre, und von einem Hunde, der über 2 Jahre nach Exstirpation der einen Extremitätenregion gelebt hatte, keine Lichtung des Markfasernetzes in der gesamten grauen Substanz einschliesslich der Clarke'schen Säule festzustellen, Worauf diese Differenzen gegenüber Schäfer beruhen, vermag ich nicht zu sagen. Immerhin mag hier an die ungeheure Empfindlichkeit der Marchi'schen Methode erinnert werden, die leicht zu Beobachtungsfehlern Veranlassung geben kann³⁾. Nur mit

1) J. Déjérine et E. Long, Comptes rend. de la Société de Biologie. 1898. No. 28.

2) v. Monakow, Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Pyramiden- und Schleifenbahn. Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte. 1884. No. 6 und 7.

3) Anmerkung bei der Correctur: Nach den neuesten Untersuchungen

aller Reserve möchte ich deshalb auch erwähnen, dass bei dem oben beschriebenen Affen mit doppelseitiger Pyramidendegeneration im Gebiet des Seitenhorns auf der Seite der frischen Degeneration auffallend viele feine schwarze Körner in Hals- und Lendenmark aufgehäuft waren. Man findet jetzt in vielen mit der Marchi'schen Methode angefertigten Arbeiten die letzteren als den Ausdruck einer Degeneration der Collateralen angeführt. Da solche feinen Körner aber in jedem Marchi-Präparat auf der ganzen Fläche anzutreffen sind, so muss man sehr vorsichtig sein, eine etwas grössere Menge derselben als pathologischen Befund zu deuten. Diese Bedenken gelten auch gegenüber einer Angabe Campbell's¹⁾, dass er beim Menschen 6 Wochen nach Hirnembolie Degeneration des Myelinplexus des Vorderhorns der gekreuzten Seite beobachtet habe.

Auch auf die Verhältnisse der Zellen des Processus reticularis habe ich in allen diesen Fällen geachtet und dieselben in Marchi-, Weigert- und van Gieson-Präparaten untersucht. In dem hier berichteten Fall und bei einem anderen, mehrere Monate nach einseitiger Exstirpation der Extremitätenregion am Leben gebliebenen Affen wurde auch die Nissl'sche Färbung verwandt. In keinem Fall konnte eine Atrophie des Processus reticularis constatirt werden, weder bei frischen Degenerationen noch bei den Monate und Jahre alten Fällen. Nur bei dem in dieser Arbeit behandelten Affen waren im Seitenhorn des Halsmarks auf der Seite der frischen Degeneration einige grössere Ganglienzellen mit Chromatolyse und Wandstellung des Kerns vorhanden, Veränderungen, die auf der Seite der alten Degeneration nicht existirten. Einen Widerspruch mit den v. Monakow'schen Angaben möchte ich daraus nicht herleiten, da es sehr wohl möglich ist, dass bei neugeborenen Thieren eine Atrophie der Schaltzellen im Proc. reticularis eintritt, die bei erwachsenen Individuen nicht mehr zur Entwicklung kommt. Die Ganglienzellen der Vorderhörner waren in allen Fällen vollkommen intact.

Zum Schlusse möchte ich noch mit wenigen Worten auf den Befund eines unmittelbar dem rechten Seitenstrang des obersten Halsmarks anliegenden Spinalganglion hinweisen, an dem man Ein- und Austritt

von Probst (Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde, Bd. XV. S. 192) und Rothmann (Neurol. Centralblatt 1900, S. 45) ist es wahrscheinlich, dass die von Schäfer beschriebene Einstrahlung degenerirter Fasern in die graue Substanz auf das Monakow'sche Bündel zu beziehen ist. Allerdings steht auch letzteres in keiner Verbindung mit der Clarke'schen Säule.

1) Campbell l. c.

der hinteren Wurzel deutlich erkennen kann. Solche innerhalb des Vertebralcanals und Duralsacks gelegene Spinalganglien, wie sie normaler Weise im unteren Rückenmarksabschnitt vorkommen¹⁾, hat Hyrtl an den oberen Cervicalnerven als Ganglia aberrantia beschrieben²⁾.

Aus obigen Ausführungen lassen sich folgende Schlussätze ableiten:

1. Beim Menschen und den höheren Säugethieren gehen vereinzelte Fasern von jeder Pyramide zur gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn.
2. Das directe Umbiegen dieser Fasern liess sich beim Affen in der Mitte der Pyramidenkreuzung beobachten.
3. Daneben dürfte zur Bildung des Degenerationsfeldes in der gleichseitigen Pyramidenseitenstrangbahn die Compression von kreuzenden Fasern der anderen Pyramide von Bedeutung sein.
4. Im dorsalen Abschnitt der Pyramidenkreuzung existirt eine Kreuzung von Fasern der Vorderstranggrundbündel.
5. Eine Pyramidenvorderstrangbahn ist bei allen höheren Säugethieren, im Gegensatz zum Menschen, entweder nicht vorhanden oder doch nur im obersten Halsmark angedeutet.
6. Die zu den *Fibrae arcuatae ext.* und der andersseitigen Interolivarschicht ziehenden Pyramidenfasern stellen keinen regelmässig zu erhebenden Befund dar.
7. Die Endigung der Pyramidenfasern in der grauen Substanz des Rückenmarks ist mit Hülfe der Degenerationsmethode nicht genau festzustellen. Eine Endigung in der Clarke'schen Säule besteht nicht.

Erklärung der Abbildungen. (Taf. VII. und VIII.).

Fig. 1—10 Marchi-Präparate.

Fig. 1. Oberster Theil der Medulla oblongata.

Py. d. = rechte frisch degenerirte Pyramide.

Py. s. = linke Pyramide mit alter Degeneration.

1) L. R. Müller, Untersuchungen über die Anatomie und Pathologie des untersten Rückenmarksabschnitts. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde Bd. XIV.

2) Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881. S. 802.

Fig. 2. Medulla oblongata im Niveau der unteren Oliven.

Fig. 3. Beginn der Pyramidenkreuzung.

Fig. 4. Oberes Drittel der Pyramidenkreuzung. Totale Kreuzung.

Fig. 5. Mitte der Pyramidenkreuzung.

a = ungekreuztes von der rechten Pyramide zur rechten Pyramiden-seitenstrangbahn umbiegendes Bündel.

Fig. 6. Vergrösserte Partie aus Fig. 5.

Py. d. = Strichförmige Degeneration der von der rechten Pyramide kommenden Fasern.

Py. sin. = Punktförmige Degeneration der von der linken Pyramide kommenden Fasern.

a = ungekreuztes Bündel.

C = Centralcanal.

Fig. 7. Unteres Drittel der Pyramidenkreuzung. Totale Kreuzung.

Fig. 8. Oberstes Halsmark unmittelbar nach Beendigung der Pyramidenkreuzung.

Py. S. d. und sin. = rechte und linke Pyramidenseitenstrangbahn.

Fig. 9. Halsanschwellung.

Fig. 10. Lendenanschwellung.

Die Mikrophotographien sind mit dem Zeiss'schen Apparat angefertigt worden, Fig. 6 mit Zeiss-Apochromat 8 mm und Projectionsoocular 2, die übrigen Figuren mit dem Objectiv-Planar.

Fig. 10.

Nostril.

Sub. Hyoid.

Epiglottic Cart.

Epiglottis.

Sub. Hyoid.

Thyroid Cart.

Cricoid Cart.

Trachea.

Esophagus.

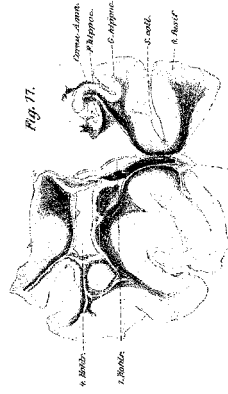
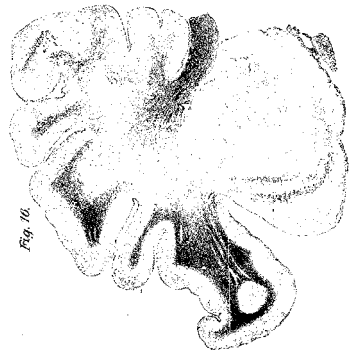
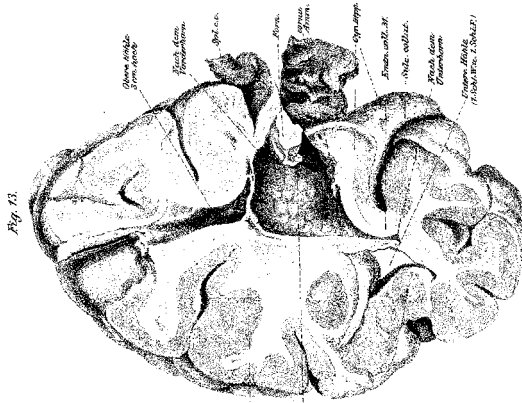
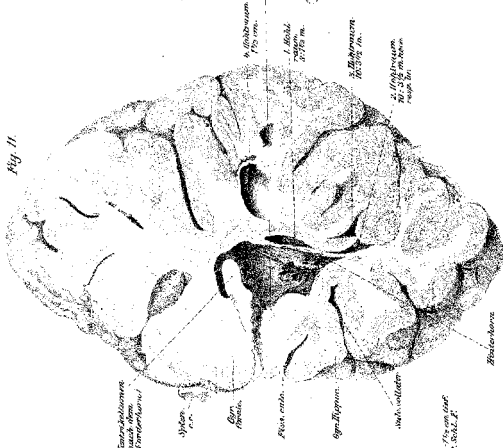
[illegible]

Fig. 20.

Bite opening

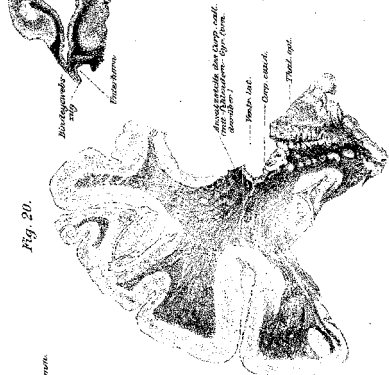
Bite hole

Anteriorly low (or null) insertion of throat

Bite lat.

Deep caud.

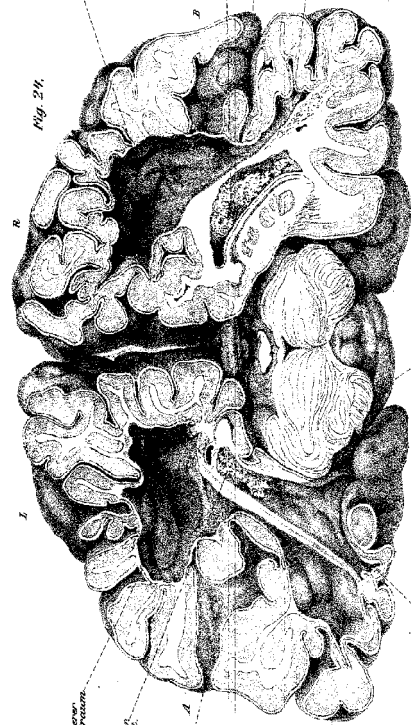
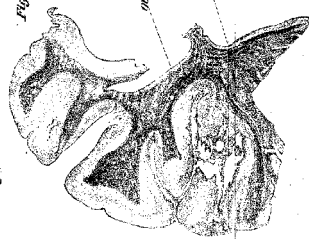
Throat spec.



Dorsal axis



Fig. 22.



Obere Höhle
u. Ventr. lili.

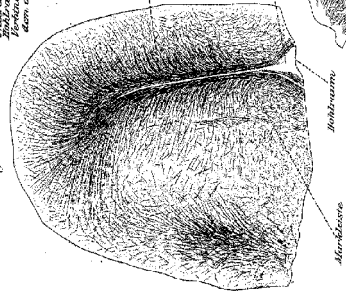
Pia mater
u. Ventr. lili.

Tunica lili.

Tunica opt.

Obere Höhle
u. Ventr. lili.

Fig. 25.



Obere Höhle

Fig. 27.

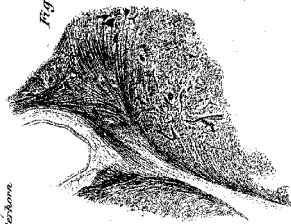


Fig. 23.

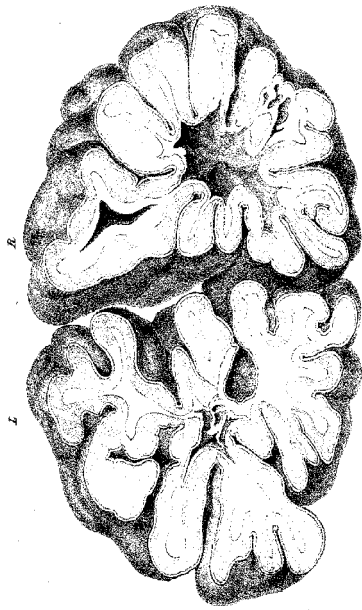


Fig. 26.

