

XXIX.

Aus der Klinik für Kinderkrankheiten des medizinischen
Institutes für Frauen in St. Petersburg.

Die obere (partielle) Pyramidenbahnenkreuzung (im Pons Varoli) und ihre Beziehungen zu den Kernen der Brücke und der Hirnnerven bei einigen Nagetieren und dem Menschen¹⁾.

Von

Dr. med. P. Korolkow.

(Hierzu Tafel XIX und XX.)

Ueber Anwendung neuester Färbungsmethoden beim Studium des Zentralnervensystems der menschlichen Föten und Kinder. Die Kinderärzte beschäftigen sich wenig mit Nervenkrankheiten; einiges Interesse für das Studium von Nervenleiden bei Kindern ist nur während der letzten Zeit gezeigt worden und manche Pädiater widmen sich hauptsächlich dem Studium der Nervenkrankheiten des Kindesalters sowie der Beschreibung klinischer Beobachtungen an kranken Kindern. Wir müssen aber diese Frage in einem noch weiteren Sinne stellen. Mit Hilfe klinischer Beobachtungen und Beschreibung klinischer Angaben allein ist es ausserordentlich schwer das Wesen der betreffenden Erkrankung zu erfassen; es wären anatomische Forschungen und besonders mikroskopische Untersuchungen des Nervensystems notwendig. Die Nervenkrankheiten bei Kindern sind ebenso zahlreich und mannigfaltig wie bei Erwachsenen und verlangen seitens der Pädiater ein ebenso genaues, nicht allein klinisches, sondern auch anatomisches Studium, hauptsächlich mikroskopische Untersuchungen des Zentralnervensystems.

Kinder haben sehr häufig lokale Läsionen des Zentralnervensystems, die streng begrenzt sind, einen genau bestimmten Abschnitt umfassen

1) Mitgeteilt im „XI. Pirogows Kongress der russischen Aerzte“ im Jahre 1910.

und seltener bei Erwachsenen zu konstatieren sind: die Kinder haben sehr oft *Tubercula solitaria*, welche Geschwülste von beschränkter Grösse bilden, einen kleinen Abschnitt bzw. ein bestimmtes Gebiet des Zentralnervensystems umfassen und deshalb eine Entartung lediglich des betreffenden Abschnitts und der hierzu gehörigen Leitungsbahnen ergeben und zur Störung bestimmter Funktionen führen; mikroskopische Untersuchung eines derartigen Gehirns wird nicht allein zur Aufklärung der eventuellen Ursachen dieser oder jener Krankheit, sondern der Hirnphysiologie im Allgemeinen führen; umso mehr, als derartige Geschwülste an solchen Stellen des Gehirns zu sitzen pflegen, an welchen experimentelle Läsionen unzulässig, bzw. mit grosser Mühe von den Physiologen sogar an Tieren zustande zu bringen sind, da sie den Tod des betreffenden Tieres herbeiführen, wie z. B. Geschwülste an Hirnpedunkeln, im Vierhügel, an dem Tegmentum usw. (Fig. 8).

Andererseits ist aber die Untersuchung des Gehirns bei Kindern, besonders beim Fötus, von einem speziell hohen Werthe infolge der Bequemlichkeit des Experimentierens selbst wegen der geringen Hirngrösse, besonders beim Fötus. Da, wo es notwendig wird das Verhältnis zwischen den verschiedenen Hirnteilen zu erforschen, ist es viel schwerer, den Verlauf einzelner Stränge auf einem grossen Schnitte — durch ein Gehirn von bedeutender Grösse — zu verfolgen. Ich habe aus diesem Grunde auch im Aufange Schnitte aus dem Gehirn kleiner Tiere benutzt und ersetze sie erst später durch das Gehirn von Föten und Kindern. Wie sehr dabei das Gehirn des Fötus für die Experimente, wegen seiner Kleinheit, geeignet ist, ergibt sich aus dem Umstände, dass der Querschnitt durch das verlängerte Mark eines 4 Monate alten Fötus, auf der Höhe der Pyramidenkreuzung, sich in Bezug auf seine Dimensionen beinahe garnicht von einem ebensolchen Schnitte bei einer jungen Ratte unterscheidet; wobei die Durchkreuzung selbst sowohl bei dem Fötus wie bei der Ratte deutlich zu sehen ist (Fig. 7).

Was die Methoden, die Hirnpräparate zu behandeln, anbetrifft, habe ich hier hauptsächlich zwei verschiedene benutzt: Die eine — histologische Methode Golgis — bei Untersuchungen des Gehirns kleiner Tiere und Föten, und die zweite — pathologisch-anatomische Methode Marchis — bei Untersuchungen des Gehirns von Kindern, welche an einer Geschwulst in der Vierhügelgegend, an Hydrocephalus chron. int. und an Morbus Little gestorben waren. Die zweite Methode (Marchi) bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Deshalb möchte ich die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die histologische Untersuchungsmethode lenken, d. h. auf die von Ramon y Cajal modifizierte Methode

Golgis. Die Golgische Methode ist ein Verfahren, das Gehirn in *vita* zu färben, deshalb gelingt sie gut nur an frisch Getöteten, und liefert sehr schlechte Resultate an gestorbenen und wenigstens 12 Stunden nach dem Tode der Obduktion unterzogenen Tieren.

Ausserdem färben sich nach Golgis Methode hauptsächlich die marklosen Nervenfasern und Nervenzellen samt ihren Abzweigungen: deshalb ist diese Methode besonders gut für Experimente an jungen Tieren, bei welchen die Markscheide der Nervenfasern schwach entwickelt ist; ausserdem habe ich die Methode Golgis bei menschlichen Fötus gebraucht, und erhielt nach dieser Methode eine ebenso schöne und noch schönere Färbung — wenigstens an meinen Präparaten — als bei Tieren. Diese Methode ist besonders wertvoll aus dem Grunde, weil man mit deren Hilfe die eventuell gewählten Hirnabschnitte, wie z. B. die Pyramidenbahnen färben, und folglich den Verlauf dieser Bahnen, deren gegenseitiges Verhältnis sowie den Zusammenhang mit anderen Bahnen besonders gut verfolgen kann. Ausserdem lassen sich gut färben: die Oliven, Nervenzellen der Substantia nigra. Diese Methode bietet jedoch auch grosse Schwierigkeiten, da sie frische Präparate verlangt und häufig sehr heikel ist. Es ist dabei besonders notwendig, dass die zu behandelnden Präparatenstückchen von geringer Grösse gewählt werden und die Methode liefert gute Resultate an Gehirnen von geringer Grösse, besonders an denjenigen des Fötus.

1. Bei Nagetieren¹⁾.

Als ich mich mit dem Zentralnervensystem einiger Nagetiere beschäftigte, konnte ich schon im Jahre 1896, mit der Golgischen Färbe-methode arbeitend, mikroskopische Präparate erhalten, an denen man sich leicht überzeugen konnte, dass die Fasern der motorischen Pyramiden-bündel beim Passieren der Brücke unentwegt Kollateralfasern zu den Kernen der Brücke abgeben²⁾.

Seitdem, auf demselben Gebiete weiter arbeitend, gelang es mir bei einigen Tieren, die isolierte Färbung der Pyramidenbahnen darzu-stellen und ich bemerkte in solchen Präparaten eine teilweise Kreuzung der motorischen (Pyramiden-) Bahnen im oberen Drittel der Brücke und ausserdem konnte ich noch die Kollateral-fasern der motorischen Bahn zu den Kernen der Hirnnerven verfolgen.

1) Mitgeteilt in d. Gesellschaft d. Aerzte d. St. Petersburger Klinik für Nerven- u. Geisteskrankheiten. 1908.

2) Bechterew, Die Leitungsbahnen des Gehirns und Rückenmarks. Bd. 1, S. 314.

Die Literatur über die Frage der Beziehungen der motorischen Bahnen zu den Hirnnervenkernen ist sehr arm. In den Arbeiten über das Zentralnervensystem finden sich gar keine Bemerkungen über die Frage der gekreuzten Bündel, die von der motorischen Bahn innerhalb des Hirnstamms, d. h. oberhalb der Pyramidenkreuzung, abgehen. Es finden sich nur Andeutungen über Kollateralen, die von den Fasern der Pyramidenstränge nach den Kernen der Substantia nigra und denjenigen der Brücke abzweigen [Held]¹⁾.

Genau anatomisch festgesetzte Bahnen, die die Pyramidenstränge mit den Kernen der Hirnnerven verbinden, sind gar nicht nachgewiesen.

Auf Grund der Degenerationsmethode bei Zerstörung der motorischen Bahnen (am Menschen) und auch der vergleichend-anatomischen Untersuchungen am Tier [Spitzka]²⁾ wird angenommen, dass von den Pyramidenbahnen in dem Hirnpedunkel ein am medialsten gelegenes Bündel (Spitzka) sich abzweigt, das sich medial von der Schleife vorfindet (sog. mediale akzessorische Schleife).

Dieses Bündel wird als die zentrale Bahn der motorischen Impulse zu den Kernen der Hirnnerven betrachtet.

Kölliker³⁾ schreibt in seinem Handbuche folgendes über die Verbindungen der motorischen Kerne der Hirnnerven (N. faciales):

„Bei der erwachsenen Katze treten aus dem ventralen Rande der Pyramiden dicht am Eingange der ventralen Spalte horizontal verlaufende Fäserchen aus, die dorsalwärts ziehend immer mehr sich verstärken, um endlich am Grunde der Spalte eine zierliche Kreuzung zu erleiden. Nach dieser Kreuzung ziehen diese Fasern sofort als nahezu am meisten ventral gelegene Fibrae arcuatae sive transversales internae lateralwärts auf den hier sehr tief gelegenen Facialiskern zu und verlieren sich in diesem. Beim Menschen sind die Verhältnisse wesentlich dieselben.“ Kölliker verwendete Präparate, die nach Pal und Weigert mit Karmin gefärbt waren.

Untersuchungsmethoden. Ohne Zweifel ist als die beste Methode der genauen Feststellung der Verbindungen und Beziehungen der zentralen motorischen Bahnen zu den Kernen der Hirnnerven diejenige zu betrachten, die es ermöglicht, mittels Färbung der Fasern in ihrer ganzen Ausdehnung, jede derselben in einiger Entfernung in ihrem Verlaufe zu verfolgen. Eine solche Methode zur detaillierten Erklärung

1) Held, Beiträge z. feineren Anatomie des Kleinhirns. Arch. f. Anat. u. physiol. Anat. 1893.

2) Spitzka, New York med. Journal. 1888.

3) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen.

der Verbindungen zwischen den einzelnen Teilen der Leitungsbahnen, ist unzweifelhaft die Golgi'sche Methode. Ich verwendete bei meinen Untersuchungen das rasche Verfahren von Ramon y Cajal. Indem ich mittels dieses Verfahrens das Gehirn der Tiere färbte, bekam ich eine Serie mikroskopischer Präparate, an denen fast ausschliesslich die Fasern der motorischen Pyramidenbahnen gefärbt waren. Für solche Färbungen und für das genauere Studium des Verlaufes der Pyramidenbahnen und ihrer Beziehungen zu den einzelnen Leitungsbahnen, sind am geeignetsten die kleinen Tiere, da der Umfang des Gehirns kleiner ist und es infolgedessen leichter ist, den Übergang der einzelnen Fasern von einem Gebiet des Gehirns zum anderen zu verfolgen. Ich gebrauchte das Gehirn von Ratten und Mäusen, hauptsächlich von jugendlichen Exemplaren und verfolgte den Gang der Pyramidenbahnen im Hirnstamm, angefangen von den Hirnschenkeln und vom oberen Abschnitt der Brücke bis zur Pyramidenkreuzung herab.

Der Verlauf der Pyramidenbahn. Im Hirnpedunkel nimmt die Pyramidenbahn den inneren Abschnitt des äusseren Drittels ein. Vom Hirnpedunkel setzt sich die Pyramidenbahn in die Brücke fort in 2 ziemlich kompakte und gleichmässige Bündel, die sich hier unmittelbar oberhalb der Schicht der Ganglienzellen lagern, die mehr als zwei Drittel des vorderen Abschnitts des konvexen Teils der Brücke einnehmen; die queren Fasern der Brücke, von den Kleinhirnpedunkeln kommend, liegen hauptsächlich im hintern Drittel der Brücke (Fig. 1).

Die Pyramidenbündel konvergieren nach unten zu allmählich, wodurch sie gewöhnlich auf Querschnitten immer abgeschrägt erscheinen. Im untern Drittel werden sie in kleineren Bündeln durch die queren Brückenfasern geteilt. Beim Verlassen der Brücke lagern sie sich an der Basis (von vorn) der Med. oblongata, sich wieder zu kompakten Bündeln vereinigend, die solcherart zur Pyramidenkreuzung gelangen. Hier kehren die Pyramidenbündel plötzlich nach hinten um, treten, sich in der Raphe kreuzend, auf die entgegengesetzte Seite und verlaufen im vorderen äusseren Abschnitte der Hinterstränge (entsprechend dem vorderen Abschnitt der Burdachschen Stränge beim Menschen).

Die Beziehung der Pyramidenbahn zu den Kernen des Hirnstammes. In den Hirnpedunkeln zweigen von der Pyramidenbahn eine grosse Anzahl sowohl einzelner Fasern als auch Kollateralen nach oben zu den hier gelagerten Kernen ab (Nn. oculomotorius und trochlearis); hierbei muss ich bemerken, dass die Mehrzahl der Fasern sich bis zum Tegmentum verfolgen lässt und nur ein kleiner Theil weiter unten endigt (in der Substantia nigra). Besonders gut kann man diese Fasern auf Längsschnitten des Hirnstammes sehen; auf solchen Schnitten ver-

laufen solche Fasern nicht als kompakte Bündel, sondern als einzelne und verstreute Fäserchen (Fig. 1). Auf schiefen Querschnitten sieht man, dass die Mehrzahl der abziehenden Fasern als Kollateralen abzweigen. Weiterhin, in die Brücke eintretend, geben die motorischen Bündel besonders reichliche Zweige als vereinzelte Fasern ab, aber mehr in Form von Kollateralen, zu den Kernen der Brücke, zwischen deren Zellen sich verzweigend, sie endigen (Fig. 1 u. 2). Nach oben, in der Richtung des Tegmentum pontis sieht man auf den ersten Blick keine von den motorischen Bahnen sich abzweigende Fasern bis zu ihrem Austritt aus der Brücke; aber bei genauerer Untersuchung kann man bemerken sowohl auf Längs- als auch auf Querschnitten von Präparaten, besonders mit intensiv gefärbten motorischen Bahnen, dass einzelne Fasern in Form von Kollateralen zum Tegmentum pontis ziehen; aber jedenfalls sind diese Fasern sehr spärlich. Nur weiter unten von der Brücke kann man wieder leicht sehen, dass von den motorischen Bahnen bis zur Pyramidenkreuzung einzelne Fasern steil nach oben umkehren und ebenso Kollateralen abzweigen (Fig. 1). Diese Fasern kann man leicht sowohl auf Längs- als auch auf Querschnitten sehen (Fig. 3).

Die obere Kreuzung der Pyramidenbündel und ihre Lage in bezug auf die Schleifenschicht. Die gegenseitigen Beziehungen und die Beziehungen zu den beiden Hälften des Hirnstamms der Fasern, die von den motorischen Bahnen abzweigen, kann man nur auf Querschnitten verfolgen und auch nur auf einigen, besonders gelungenen, auf welchen es möglich ist, den Uebergang der einzelnen Fasern von einer Hälfte des Stammes zur andern durch die Raphe zu verfolgen. Auf Querschnitten kann man auch gut den Verlauf der Schleifenschicht sehen. In den Hirnschenkeln setzt sich die Schleifenschicht von den Pyramidenbahnen durch die Substantia nigra ab. Vor der Brücke schwindet diese und die Schleifenschicht setzt sich unmittelbar oberhalb der Pyramidenbündel an und mehr nach innen; so aneinanderliegend erreichen beide Schichten das untere Drittel der Brücke, wo die Pyramidenenschicht durch die Querfasern der Brücke geteilt wird und sich dann an die vordere (ventrale) Fläche des verlängerten Marks anlegt. In der Cegend des oberen Drittels der Brücke gelang es mir, eine Serie von Schnitten zu bekommen, die schief in seitlicher Richtung und von oben nach vorn geneigt, ausfielen (Fig. 2). Auf einem solchen unregelmässigen Schnitte ist die motorische Bahn der einen Hälfte stärker abgeschrägt und die andere Hälfte weniger abgeschrägt. An solchen abgeschrägten Schnitten gelang es mir zu ermitteln, dass in der Gegend des oberen Drittels der Brücke von den motorischen Bündeln, die mehr nach innen zu gelagert sind, kleine Faserbündel abzweigen, die zur

Raphe ziehen und in die andere Hälfte des Hirnstammes überreten, zu dem entgegengesetzten motorischen Strang etwas nach oben ziehen, und sich unter der Schleifenschicht lagern, sich mit den oberen Bündeln der Pyramidenbahn verbindend, d. h. dass sie nach der Kreuzung den oberen Abschnitt der motorischen Bündel einnehmen.

Auf diese Weise kann man im oberen Drittel der Brücke die Kreuzung der inneren Bündel der motorischen Bahn beobachten: man kann sie an einigen Schnitten sehen und man sollte sie, meiner Meinung nach, die obere Kreuzung der motorischen oder Pyramidenbahnen nennen, zum Unterschied von der unteren Kreuzung der Pyramidenbahnen in der Med. oblongata. Diese obere Kreuzung hat unzweifelhaft Beziehungen zu den motorischen Bündeln, die hauptsächlich mit den Kernen der Hirnnerven in Verbindung stehen, da für die unteren Abschnitte die Kreuzung in der Med. oblongata dient.

Soll man nun die Kreuzung der motorischen Bahnen für die Hirnnerven in der Brücke, als eine totale oder partielle betrachten? An die Beantwortung dieser Frage kann man herantreten, wenn man den Verlauf der Kollateralen und der Fasern, die in den motorischen Bahnen zu den Kernen der Hirnnerven ziehen, verfolgt. Dies kann man besonders gut nach unten von der Brücke beobachten, da es hier besonders viele Fasern gibt, die von den motorischen Bahnen abzweigen, was sowohl auf Längs- als auch auf Querschnitten zu sehen ist. Auf Längsschnitten (Fig. 1) kann man sehen, dass die Mehrzahl der Fasern vertikal von den Pyramidenbahnen zum Tegmentum zieht. An Querschnitten ist leicht zu sehen, dass ein Teil der Fasern zur Raphe zieht und man kann dabei einige Fasern durch die Raphe zur zweiten Hirnhälfte verfolgen (Fig. 3).

Auf Grund des Studiums solcher Präparate muss man schliessen, dass die zentralen Leitungsbahnen zu den Kernen der Hirnnerven zum Teil sich kreuzen kurz nach ihrer Abzweigung von den motorischen Bahnen und zum Teil ungekreuzt verlaufen; infolgedessen muss man annehmen, dass ihre Kreuzung noch früher in der oberen von mir beschriebenen Kreuzung in der Brücke vor sich ging und dass nur einige Fasern wahrscheinlich ganz ungekreuzt verlaufen. Also muss die Kreuzung in der Brücke als eine partielle Kreuzung betrachtet werden, da sich dabei nicht alle Fasern kreuzen, die zu den Kernen der Hirnnerven ziehen; ein Teil der Fasern kreuzt sich weiter unten bei ihrer Abzweigung von den Pyramidenbahnen und zieht zu den Kernen der Hirnnerven. Dabei muss ich bemerken, dass es mir gelang, Präparate von einigen Tieren zu bekommen, an welchen nach Golgi sich vorzüglich die Pyramidenbahnen färbten und dass ich sie verfolgen konnte, vom Hirn-

schenkel bis zur Pyramidenkreuzung, wo ebenfalls deutlich der Verlauf der einzelnen Fasern zu sehen war. Dabei sah ich kein einziges Mal, dass von den motorischen Bahnen im Hirnpedunkel sich Bündel abgezweigt hätten, die zu der Schleife zögen, dabei färben sich die Bündel der Schleifenschicht nicht nach Golgi, was man eigentlich erwarten sollte, wenn diese Fasern nach der Zeit ihrer Entwicklung den motorischen Bahnen entsprochen hätten. Also, während die Pyramidenbündel in ihrer ganzen Ausdehnung mit allen ihren Verzweigungen sich nach Golgi färben, erscheinen die Bündel der Schleife vollständig ungefärbt und man kann im Hirnschenkel keine Fasern bemerken, die zur Schleife von den Pyramidensträngen ziehen. Auf Grund alles dessen muss man anerkennen, dass wenigstens bei den Nagetieren die Schleifenschicht von den Pyramidenbahnen keine zentrale Leitungsbahnen zu den Kernen der Hirnnerven erhält. Als solche kann man, wie es scheint, nur die Pyramidenstränge anerkennen.

Auf jeden Fall verliert der Hinweis auf die mediale akzessorische Schleife der niederen Tiere seine Beweiskraft bei der Uebertragung dieses Hinweises auf höhere Tiere.

Alles über die motorischen Bahnen und ihre Beziehungen zu den Kernen der Hirnnerven gesagte zusammenfassend, kommen wir zu folgenden Schlüssen: Die zentralen motorischen Leitungsbahnen zu den Kernen der Hirnnerven verlaufen zusammen mit den motorischen (Pyramiden-) Bahnen, sich mehr nach innen von diesen lagernd. In den Hirnpedunkeln vor dem Eintritt in die Brücke, geben sie eine grosse Anzahl von Zweigen zu den Kernen der Hirnnerven: Oculomotorii und Trochleares, weiter in dem vordern Drittel der Brücke kreuzen sich die inneren Bündel der motorischen (Pyramiden-) Bahnen und dann, hauptsächlich nach unten von der Brücke, zweigen sie ab von den motorischen Bahnen und gehen unmittelbar zu den Kernen der Hirnnerven der gleichen (nicht entgegengesetzten) Hälfte des Gehirns. Der andere Teil der Zentralbahnen zieht ungekreuzt zur Brücke; ein grosser Teil dieser Fasern kreuzt sich unterhalb der Brücke; beim Abzweigen von den motorischen Bahnen ziehen die Fasern durch die Raphe und gehen zur andern Hälfte des Gehirns.

2. Beim Menschen¹⁾.

Meine nach der Methode Golgis vorgenommenen Untersuchungen des Gehirns bei Tieren (Nagetieren) zeigten, dass die Pyramidenbahnen sowohl einzelne Fasern wie auch meistenteils Kollateralen zu den

1) Mitgeteilt in der Gesellschaft der Aerzte der St. Petersburger Klinik für Nerven- und Geisteskrankheiten. 1909.

Kernen der Varolsbrücke und in der Richtung der Hirnnervenkerne aussenden. Ausserdem habe ich bei ihnen eine obere partielle Durchkreuzung der Pyramidenstränge in der Gegend der Varolsbrücke — in deren oberem Drittel — nachgewiesen. Da die zu den Kernen der unterhalb der Varolsbrücke befindlichen Hirnnerven sich abzweigenden Kollateralen teilweise Kreuzungen bilden und teilweise ohne sich zu durchkreuzen verlaufen, bleibt uns nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass ihre Kreuzung weiter aufwärts — im oberen Drittel der Varolsbrücke, an der Stelle der oberen Durchkreuzung — stattgefunden hat. Dieser Befund an Tieren hat mich veranlasst, dieselbe Frage auch am Menschen zu studieren, um so mehr, als die Frage der Beziehung zwischen der Pyramidenbahn und den Kernen der Hirnnerven immer noch gänzlich unaufgeklärt bleibt. Für meine Experimente hatte ich das Gehirn von 8 Föten, im Alter von 3—9 Monaten, und von 3 in der Klinik für Kinderkrankheiten gestorbenen Kindern: das eine — an Geschwulst in der Vierhügelgegend, das zweite — an Morbus Little und das dritte — an Hydrocephalus chronicus intern.

Literatur. Die Mehrzahl der Autoren ist dieser Ansicht in bezug auf den Verlauf der motorischen Zentralbahnen in der Richtung der Hirnnervenkerne. In den Hirnpedunkeln, oberhalb der Varolsbrücke, zweigt sich von der Pyramidenbahn (von dem inneren Abschnitt des äusseren Drittels des Hirnpedunkels) ein Strang ab, welcher den Pedunkel von vorne und von innen umgebend sich der Schleifenschicht nähert und deren inneren Abschnitt einnimmt (Mediale akzessorische Schleife — Bechterew, *Pes lemnicus superficial.* — Déjérine, Mediale Schleife Flechsig etc.). Spitzka¹⁾ kommt — auf Grund vergleichend-anatomischer Beobachtungen an Seetieren, bei welchen die Pyramidenstränge vollständig fehlen und gleichzeitig der vorstehend beschriebene, die Pyramidenbahn ersetzende Strang stark entwickelt ist — zur Schlussfolgerung, dass der betreffende Strang auch beim Menschen als zentrale motorische Bahn zu den Kernen der Hirnnerven zieht.

Prof. W. M. Bechterew²⁾ ist auch der Ueberzeugung, dass die zentralen motorischen Bahnen zu den Hirnnervenkernen (facialis, hypoglossus etc.) durch den gegen den Hirnpedunkel abzweigenden Strang zur Schleife gehen — mediale akzessorische Schleife — obgleich er der Meinung ist, dass ein Teil der Leiter die Pyramidenbahn begleitet, da er auf Grund der Evolutions- und Degenerationsmethode beobachtet hat, dass auf der Höhe des unteren Abschnitts der Brücke zu den Kernen

1) Spitzka, New York Med. Journ. 1888.

2) W. M. Bechterew, Leitungsbahnen des Rückenmarks und Gehirns. 1898.

des N. facialis der einen und der anderen Seite sich Fasern vom Pyramidenstrange abzweigen.

Muratow¹⁾ hat auch die Entartung dieser Fasern in Fällen von Zerstörung des Rindenzentrums des N. facialis beobachtet. A. Lazursky²⁾ meint, dass, ausser der medialen akzessorischen Schleife nach Bechterew, ein Teil der zentralen Leiter der motorischen Hirnnerven, wenigstens für den N. facialis, mit dem Pyramidenstrange zusammen zu verlaufen scheinen, da er auf Präparaten aus dem Gehirne eines 1½ Monate alten Kindes, auf der Höhe des Kerns des N. facialis, in einer dorsalen Richtung hervorkommende Fasern beobachtet hat. Die einen von diesen Fasern nehmen die Richtung nach innen, zur Naht, und kreuzen sich; die anderen verlaufen nach aussen, zu den Kernen des N. facialis.

Obersteiner³⁾ findet: Im lateralen Winkel des Hirnschenkelfusses treffen wir in seinem zerebralsten Teile noch ein Bündel, welches sich oberflächlich spinal- und medianwärts um den ganzen Fuss herumschlingt, so dass es am oberen Bande der Brücke bereits die medialsten Fussbündel bildet; es wendet sich nun dorsalwärts und gelangt so ins Schleifengebiet und stellt weiter spinalwärts den medialen Anteil der medialen Schleife dar. Es bleibt bei absteigender Degeneration der Pyramidenbahn intakt und kann sich dann als weisses Band deutlich von den grau degenerierten Strängen, über welche es hinwegstreicht, abheben.

Aber nicht alle Autoren stimmen der vorstehend erwähnten Meinung bei; manche Autoren (Déjérine, Bumke) halten den betreffenden Strang zur Schlingenschicht für eine verhältnismässig seltene Anomalie.

Déjérine⁴⁾ hält diesen Strang für eine besondere Art aberrierender Pyramidenfasern (pes lemniscus superficialis), die relativ selten vorkommen.

Bumke⁵⁾ pflichtet der Meinung Déjérines bei und hält diesen Strang für eine seltene Anomalie, weshalb dieser Strang in vielen Fällen von Pyramidenbahnstörung unbeschädigt bleibt.

Was die Kreuzung der Pyramidenbahnfasern oberhalb der Pyrami-

1) Muratow, Sekundäre Entartung in Fällen von Herdkrankheiten des Bewegungsgebiets der Gehirnrinde. 1893.

2) Lazursky, Neurologischer Bote. 1895. Bd. 3. Ueber die zentralen Fortsätze der Bewegungsnerven des Schädelns.

3) Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane.

4) Déjérine, Anatomie des Centres nerveux. 1901.

5) Bumke, Ueber Variationen im Verlaufe der Pyramidenbahn. Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankh. 1907.

denkreuzung anbetrifft, so gibt es in dieser Hinsicht keine Angaben in der einschlägigen Literatur.

Es wird angenommen, dass die Zentralleiter von der akzessorischen Schleife sich direkt beim Uebergange in den entsprechenden Kern des Hirnnerven kreuzen; obgleich in der Literatur Fälle von Hemiplegia cruciata der Hirnnerven beschrieben worden sind, wo die Geschwulst das obere Drittel der Varolsbrücke einnahm, so dass von Zerstörung des darunter liegenden Kerns bzw. von Druck auf den Nervenstamm keine Rede sein konnte. So hat z. B. Markowsky¹⁾ (aus der Klinik Degios) einen Kranken beschrieben, bei welchem er eine rechtsseitige Hemiplegie, unter Mitbeteiligung des rechten N. facialis und mit einer kreuzweisen Läsion des linken N. hypoglossus beobachtet hat; die Zunge verschob sich beim Ausstrecken etwas nach links und eine Störung des Sprechens und Schluckens war zu konstatieren.

Er schreibt: In der ersten Periode, welche die vier ersten Wochen der Krankheit umfasst, war lediglich eine ohne stärkeren Insult aufgetretene, motorische Hemiplegie der rechten Körperhälfte und eine Parese der rechtsseitigen Mund- und Wangenäste des N. facialis vorhanden, wobei gleichzeitig die Zunge beim Herausstrecken ein wenig nach links abwich, ohne dass jedoch sonstige Störungen in der Funktion und Beweglichkeit derselben zu bemerken waren.

Bei der Sektion wurde in der oberen Hälfte der Varolsbrücke, hauptsächlich auf der linken Seite, Erweichung gefunden, welche sich von der Schleifenschicht (ohne sie zu berühren) bis zur Brückenbasis erstreckte.

Auf Grund dieses Befundes kommt er zu dem Schlusse, dass der Kreuzungspunkt des N. hypoglossus sich im oberen Teile der Varolsbrücke befindet und dass die Zentralleiter des N. hypoglossus und des N. facialis apart verlaufen, wobei die einen wie die anderen es in den Pyramidensträngen tun. Gleichfalls wird nicht immer die Meinung bestätigt, dass bei einseitiger Erkrankung der Rindenzentren immer eine einseitige, keineswegs aber eine beiderseitige Degeneration der Pyramidenstränge, dicht bis zur Kreuzung der Pyramiden, zu beobachten ist; unterhalb dieser letzteren zeigt sich eine beiderseitige Degeneration der Pyramidenbahnenfasern, d. h. die Degeneration tritt, bis zu einem gewissen Grade, auch in der Seitensäule des Rückenmarks der gesunden Hälfte des Körpers hervor. Bumke hat eine sukzessive Reihe von Bildern bei linksseitiger Störung der Pyramidenbahn geliefert, auf

1) Markowsky, Zur Kasuistik der Herderkrankungen der Brücke. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. 1892.

welchen die Degeneration — bei Behandlung nach Marchis Methode — nicht allein im Pyramidenstrange, sondern unterhalb der Varolsbrücke ganz deutlich auch auf der rechten Seite zu sehen ist; unterhalb des Kreuzungspunkts der Pyramiden tritt die beiderseitige Degeneration noch schärfer hervor, während oberhalb der Varolsbrücke die Degeneration augenscheinlich einseitig ist. Folglich muss die Durchkreuzung der degenerierten Fasern teilweise, höchstwahrscheinlich, in der Varolsbrücke stattgefunden haben.

Ueber den Zusammenhang der Pyramidenbahnen mit den Kernen der Varolsbrücke beim Menschen gibt es keine Angaben in der Literatur. Es gibt nur eine Beobachtung über einen solchen Zusammenhang an Tieren [Held¹⁾].

Untersuchungsmethode. — Die allerbeste Untersuchungsmethode, um sich den Zusammenhang der Pyramidenbahnen mit den verschiedenen Hirnabschnitten und besonders mit den Kernen der Hirnnerven klar zu machen, ist unzweifelhaft das Golgi'sche Verfahren, da auf diese Weise die Nervenfasern in ihren sämtlichen Abzweigungen der marklosen Fäserchen, das heisst ihrer ganzen Länge nach, gefärbt werden. Das letztere ist ganz besonders wichtig, da die Kollateralen und die Endverzweigungen der Fäserchen gewöhnlich marklos sind und deshalb weder nach Marchis noch nach Pals Methode sich färben lassen.

Aber die Anwendung des Golgi'schen Verfahrens auf die Färbung des menschlischen Gehirns hat nun besondere Schwierigkeit; dieses Verfahren ist sehr delikat und es gehört dazu ein ganz besonders frisches Gehirn. Deshalb entschloss ich mich es an unreifen Fötus und unbedingt an solchen, die wenige Stunden vor der Geburt gestorben waren, zu versuchen. Und in der Tat gelang in manchen Fällen die Färbung der Fasern wie auch der Nervenzellenknoten sogar besser, als es an Tieren der Fall war. Beim Färben habe ich immer das von Ramon y Cajal vorgeschlagene Schnellverfahren angewandt. Ausserdem habe ich — in 3 Fällen — auch die Methode Marchis angewandt bei Kindern, die in der Klinik an Gehirnerkrankungen gestorben waren: Geschwülste in der Vierhügelgegend, Morbus Little und Hydrocephalus chronicus internus.

Ausser rein technischer Bequemlichkeit bietet das Kindergehirn und besonders dasjenige eines Fötus gewisse Vorzüge beim Studium des Zusammenhangs zwischen den verschiedenen Gehirnteilen auch wegen seiner geringen Dimensionen, dank deren das Verfolgen des Nerven-

1) Held, Beiträge zur feineren Anatomie des Kleinhirns. Arch f. Anat. u. Physiologie. Anat. Abt. 1893.

fasernverlaufs leichter und auf einer verhältnismässig längeren Strecke als bei Erwachsenen möglich wird, da bei den letzteren die Dimensionen und folglich auch der Abstand zwischen den verschiedenen Hirnteilen bedeutend grösser sind.

Verlauf der Pyramidenbahn. Ganz wie bei jungen Tieren gelingt es auch beim menschlichen Fötus, mit Hilfe der Methode Golgis ausschliesslich die Färbung des Pyramidenstrangs — mitten in den ungefärbten übrigen Elementengruppen — zu erhalten, besonders bei sechs- bis neunmonatigen Föten. Dank diesem Umstände wird es leicht, diesen Strang von den Hirnpedunkeln an bis zur Pyramidenkreuzung zu verfolgen. In den Hirnpedunkeln liegt die Pyramidenbahn — ganz wie bei den übrigen Tieren (Nagetieren) — im inneren Teile des äusseren Drittels des Hirnpedunkels (Taf. XIX, Fig. 4). Beim Uebergange in die Varolsbrücke biegen sich die inneren Abschnitte des Pyramidenstranges scharf einwärts, unter die Schleifenschicht; der grössere Teil geht aber weiter zur Brückenbasis in Form einzelner Stränge, die von einander durch die Querfasern der Brücke getrennt sind, welche nach der Methode Golgis gewöhnlich nicht zu färben sind. Im unteren Drittel der Brücke steigen die am nächsten zur Schleifenschicht angeordneten Stränge abwärts gegen die Brückenbasis — was besonders gut auf Längsschnitten wahrzunehmen ist — schliessen sich an die daselbst liegenden Stränge und kommen hervor aus der Brücke in Form einer kompakten Schicht, welche vor der Medulla oblongata und tiefer einwärts bis zur Pyramidenkreuzung vordringt.

Zusammenhang der Pyramidenbahnen mit der Schleifenschicht und den Kernen der Varolbrücke. Im Innern der Hirnpedunkel kommt die Pyramidenbahn ganz nahe an die Schleifenschicht, wobei sich von der Pyramidenbahn eine reichliche Anzahl von Fasern abzweigt, welche, die Substantia nigra von der Aussenseite umgehend, in den äusseren Abschnitt der Schleifenschicht eindringen; darauf hat bereits Prof. Bechterew hingewiesen¹⁾. Diese Stränge sind leicht wahrzunehmen auf Präparaten, welche nach Golgis Verfahren gefärbt sind, sowohl wie auch auf Präparaten, die mit Osmiumsäure behandelt sind (Marchis Methode); hauptsächlich auf schrägen, nach vorn und aufwärts geneigten Schnitten (Taf. XIX, Fig. 4). Auf Präparaten, die nach Golgis Methode gefärbt sind, lässt sich leicht sehen, dass eine grosse Anzahl von Fasern durch die Schleifenschicht in das Tegmentum, den hierselbst gelagerten Kernen der N. oculomotorii und trochlearis entgegendringt. Ausserdem verläuft eine grosse Anzahl von Fasern zur

1) Bechterew, Neurol. Bote. 1895.

Schleifenschicht, vom Pyramidenstrange aus, direkt vor der Varolsbrücke, da wo die Kerne der Substantia nigra endigen; indem die Pyramidenbahnstränge in diesem Punkte die Substantia nigra von hinten umgehen, dringen sie in die Schleifenschicht ein; aber die Mehrzahl der Stränge geht auch hier durch die Schleifenschicht weiter in das Tegmentum hinein. Diese reichliche Anzahl der sich von der Pyramidenbahn gegen das Tegmentum abzweigenden Fasern entspricht vollkommen dem Befunde, welchen ich bei einigen Nagetieren konstatiert habe, bei welchen eine grosse Anzahl von Fasern sich von der Pyramidenbahn, vor dem Eintreten in die Varolsbrücke, in der Richtung des Tegmentum hin abzweigt. Was aber den Zusammenhang zwischen der Pyramidenbahn und den Kernen der Substantia nigra anbetrifft, so kann man beim Menschen, ganz wie bei den Nagetieren, wahrnehmen, dass in der Richtung der Substantia nigra von der Pyramidenbahn gewöhnlich weder Fäserchen noch Kollateralen sich abzweigen; solche Fäserchen folgen gewöhnlich weiter, in der Richtung des Pedunkeltegmentum hin.

In der Varolsbrücke zerfällt die Pyramidenbahn in einzelne Stränge, zwischen welchen die Querfasern der Brücke und eine Gruppe von Nervenzellen (Varolsbrückengerne) gelagert sind. Bei dem Fötus lassen gewöhnlich die Querfasern der Brücke sich nach der Methode Golgis nicht färben, wogegen die Pyramidenstränge immer eine gute Färbung annehmen. An solchen Präparaten ist es leicht nachzuweisen, dass beim Menschen, ganz wie bei Tieren, von den Pyramidensträngen zu den Kernen der Varolsbrücke eine reichliche Anzahl von Nervenfasern und deren Kollateralen sich abweigen, welche feine Aestchen und Trauben bildend, zwischen den Zellen endigen (Taf. XIX, Fig. 5). Dabei zweigen sich die Fäserchen von den Pyramidensträngen nach allen Seiten ab: gegen die abwärts und aufwärts liegenden Brückengerne. Auf diese Weise wird auch beim Menschen mit Hilfe einer Verbindung der Pyramidenbahnen mit dem Varolsbrückengerne, die im engsten Verhältnisse zum Kleinhirn stehen ein Zusammenhang der Bewegungsbahnen mit dem Kleinhirn und seinem Gleichgewichtszentrum geschaffen.

Im inneren Abschnitt der Varolsbrücke sammeln sich die Pyramidenstränge abermals in einem kompakten Strang, oberhalb dessen sich später die Oliven zeigen. In diesem Punkte zweigt sich von dem Pyramidenstrange eine bedeutende Anzahl von Fasern und Kollateralen ab, in der Richtung der hier lagernden Kerne — besonders des Gesichtsnerv und des N. abducens — wobei die Fäserchen gewöhnlich ohne über die Naht zu gehen, d. h. ohne sich zu durchkreuzen, verlaufen (Taf. XIX, Fig. 6).

Unterhalb der Varolsbrücke zeigt sich, über der Pyramidenbahn,

die Olive, welche dicht (von hinten und mehr nach aussen) der Pyramidenbahn anliegt; dank diesem Umstande ist es schwer beim Menschen die sich von den Pyramidenbahnen abzweigenden Fasern zu verfolgen, da sie auf dem Wege zu den Kernen der Hirnnerven die daselbst lagernden Oliven zu umgehen haben, weshalb es nicht leicht ist, deren Verlauf zu sehen. Auf ihrem weiteren Verlaufe tritt die Pyramidenbahn in die Pyramidenkreuzung, sich dabei scharf nach rückwärts in die Seitenstränge wendend, im Gegensatz zu den Nagetieren, bei welchen die Pyramidenbahnen — nach ihrer Durchkreuzung — in die hinteren Stränge zu liegen kommen. Bei kleinen Föten (von etwa 4 Monaten), deren Gehirn-Querschnitt, auf der Höhe der Durchkreuzung, weniger als $\frac{1}{2}$ cm ausmacht, kann man im Falle einer gut gelungenen Färbung nach Golgi jedes einzelne Fäserchen weit hinaus, nach der Durchkreuzung, verfolgen (Taf. XIX, Fig. 7). An solchen Präparaten kann man sehen, dass die sich durchkreuzenden Bündel feine, zu einander senkrechte Schichten bilden, wobei sämtliche in die Seitenstränge eintretenden Bündel sich gewöhnlich kreuzen, und ich war nicht im Stande zu konstatieren, ob die Pyramiden, auf der Höhe der Durchkreuzung, wenn auch eine geringe Anzahl von Fasern in den gleichnamigen Seitenstrang abzweigen. Diese meine Beobachtung entspricht nicht den Experimenten J. Déjérines und A. Thomas¹⁾, welche beim Untersuchten nach der Entartungsmethode bei Hemiplegikern einen Uebergang der Pyramidenstrangfasern in den respektiven Seitenstamm gesehen haben. Jedenfalls muss die Zahl der in den respektiven Seitenstrang gehenden Fasern eine geringe sein, sonst dürfte es schwer sein, sie bei derartiger Färbung bis in die kleinsten Details — wie bei der Golgischen — zu übersehen.

Gegenseitiges Verhalten der Pyramidenstränge und deren obere Durchkreuzung in der Varolsbrücke. Der Nachweis des gegenseitigen Verhaltens der Pyramidenstränge ist nur an Querschnitten möglich, und ausserdem keineswegs an regelmässigen, sondern an abgeschrägten, damit die sich von den Pyramidenbahnen abzweigenden Stränge im Längsschritte sich zeigen; nur dann ist es möglich, den Verlauf dieser Stränge auf einer bedeutenden Strecke zu verfolgen und deren Uebergang über die Naht zu konstatieren. Beim Uebergange in die Varolsbrücke nehmen die Pyramidenstränge — wie ich vorstehend beschrieben habe — ihre Richtung schräg einwärts und etwas nach vorn; um also deren Verlauf zu verfolgen, wäre es unbedingt notwendig, auch von vorne nach hinten und ausserdem von der Seite Schrägschnitte

1) Déjérine et A. Thomas, Arch. de phys. norm. et path. 1896.

anzulegen. Mit derartigen Schnitten, die ich speziell bei Föten gebraucht habe, erscheinen die beiden Pyramidenstränge gewöhnlich in einem länglich-schrägen Durchschnitt bezw. im Falle seitwärts abgeschrägter Schnitte, ist der eine Strang seiner Länge nach und der andere beinahe quer durchschnitten.

An solchen Präparaten gelingt es auch beim Menschen eine Durchkreuzung der Pyramidenbahnen nachzuweisen, am häufigsten an der Stelle, wo sie in die Varolsbrücke eindringen, gerade so wie bei den übrigen Tieren (Nagetieren), mit den Unterschieden aber, die beim Menschen in bezug auf den Verlauf der Pyramidenbahnen zu konstatieren sind.

Beim Menschen findet man einen besonderen Strang — wie es vorstehend erwähnt war —, der sich von dem inneren Abschnitt des äusseren Drittels des Hirnpedunkels abzweigt und, ihn von vorne und von innen umgebend, bis an die Schleifenschicht reicht (mediale akzessorische Schleife nach Bechterew, *Pes lemnicus superficial.* nach Déjérine usw.). Diesen als Zentralleiter der motorischen Hirnnerven geltenden Strang habe ich besonders deutlich bei einem elfmonatigen, an einer Gumma in der Vierhügelgegend gestorbenen Kinde erhalten, mit Hilfe von Schnitten aus einem mit Osmiumsäure behandelten Hirn (nach Marchis Methode (Taf. XX, Fig. 8). Da die Geschwulst etwas mehr nach links in dem Hirnsegmentum sitzt, ist der linke Hirnpedunkel und die Varolsbrücke von der linken Seite zurückgedrängt und sie treten mehr nach vorne hervor; dank diesem Umstände gelang es auf einem nur leicht abgeschrägten Querschnitte den betreffenden Strang (mediale akzessorische Schleife) im Längsdurchschnitte, seiner ganzen Länge nach, besonders von der rechten Seite, zu erhalten. An solchen Präparaten kann man sehen, dass dieser Strang von vorne und von innen um den Hirnpedunkel biegt, zur Schleifenschicht hinauf steigt (zu deren innerem Abschnitt), darunter bis zur Naht folgt und, über diese letztere gehend, in der Richtung eines eben solchen Stranges einbiegt, welcher der Pedunkel von der anderen Seite umfasst. Es ist ausserdem zu bemerken, dass der über die Naht gehende Strang bedeutend dünner als der aufsteigende ist, d. h. der Strang durchkreuzt sich offenbar nicht in seiner Totalität, sondern ein Teil davon, und, wie es scheint, ein bedeutender, bleibt auf derselben Seite. Ebenso nach der Kreuzung, beim Einbiegen gegen den respektiven Strang auf der anderen Seite, wird der Strang immer dünner, d. h. ein Teil der Fasern bleibt unter der Schleifenschicht der anderen Seite und nur der kleinere Teil geht in den anderen Pedunkel über. Die Kreuzung dieses Stranges ist also nur eine partielle. Dieser Strang wird aber — wie bereits vor-

stehend erwähnt ist — von manchen Autoren (Déjérine, Bumke) für etwas Seltenes gehalten. Bei dem Fötus (8) habe ich ihn nicht gefunden. Wogegen bei allen übrigen, von mir untersuchten Kindern (im Alter von 11 Monat — mit einer Geschwulst in der Vierhügelgegend; 10 Monate — mit Hydrocephalus chron. int. und 3 Jahre — Morbus Little) dieser Strang ganz deutlich ausgeprägt erscheint. Man könnte annehmen, dass dieser Strang bei dem Fötus schwach entwickelt sei, aber beim Färben nach Golgis Methode sind gewöhnlich auch die feinsten Stränge sichtbar. Mit Rücksicht auf diesen Umstand wäre vielmehr anzunehmen, dass dieser Strang häufig nicht in den Hirnpedunkeln bei der Varolsbrücke, sondern weiter abwärts, beim Eingang in die Varolsbrücke gelagert ist; in der Tat, es lässt sich bei allen Föten wahrnehmen, dass nach dem Austritt aus den Hirnpedunkeln die äusseren Stränge der Pyramidenbahn abwärts und mehr nach aussen, auf der ventralen Seite der Brücke verlaufen; wogegen die inneren Stränge, beim Eintreten in die Brücke, scharf nach innen und aufwärts, unter die Schleifenschicht, einbiegen und weiter in der Richtung der Naht folgen, wo ein Teil davon sich auch durchkreuzt, obgleich solche Stränge, ihrer ganzen Länge nach, in Folge der Dicke der Präparate sich sehr schwer nach der Methode Golgis färben lassen; deshalb ist es schwer und nur an Schrägschnitten möglich, sie bis zur Naht zu verfolgen (Taf. XX, Fig. 9).

In der verschiedenen Lagerung dieses Stranges, bald oberhalb der Brücke — in den Hirnpedunkeln — bald gleich am Anfange der Brücke, wo dieser Strang mit den Querfasern der Brücke zugleich verläuft, ist eben, meiner Meinung nach, die Ursache der widersprechenden Ansichten zu suchen, wobei einige diesen Strang konstatieren und andere ihn für etwas Seltenes halten, umso mehr als mit gewöhnlicher Färbungsmethode (nicht Golgis) sämtliche Stränge gleichmässig gefärbt werden und von den Querfasern der Brücke schwer zu unterscheiden sind. Der Behauptung einiger Autoren (Obersteiner) entgegen ist dieser Strang für den absteigenden Strang — wie es Prof. Bechterew behauptet — zu halten; auch ich zum Beispiel habe ihn degeneriert bei Hydrocephalus chron. int. gefunden, wo ausser dem Schwunde der Hirnrinde (bis auf $1/2$ cm im Durchschnitte) und Dilatatio ventric. keine andern Fokaläsionen des Gehirns nachzuweisen waren. Ebenso degeneriert hat diesen Strang auch Bumke bei Rindenläsion (Erweichung) gefunden. Dieser Strang (mediale akzessorische Schleife) scheint sich aber allmäthlich zu durchkreuzen, in dem Masse als er tiefer in die Varolsbrücke dringt. So z. B. ist es an Präparaten aus dem Gehirne bei Hydrocephalus chron. int. (Taf. XX, Fig. 10) ersichtlich, dass feinere Stränge

und einzelne Faserchen sich von diesem Strange allmählich abzweigen und über die Naht gehen; gegen das Ende des ersten Brückendrittels war dieser Strang schon vollständig verschwunden. Die Durchkreuzung der Pyramidenstränge findet also hauptsächlich im oberen Drittel der Varolsbrücke statt; obgleich auch weiter abwärts, in der Mitte der Brücke, besonders mit Golgis Färbung eine Kreuzung einzelner Faserstränge zu beobachten ist, welche sich von den Pyramidenbahnen abzweigend, die Richtung nach innen nehmen und über die Naht auf die andere Seite gehen (Taf. XIX, Fig. 5).

Solche Durchkreuzung der Pyramidenstränge in der Varolsbrücke ist als obere Durchkreuzung zu benennen, um sie von der unteren Pyramidenkreuzung im verlängerten Marke zu unterscheiden. In nächster Beziehung scheint sie zu den weiter abwärts gelagerten Kernen der Hirnnerven zu stehen: ein Teil der Zentralleiter zu diesen Kernen kreuzt sich in der Varolsbrücke (obere Durchkreuzung) und ein anderer Teil direkt an der Stelle, wo diese Leiter sich von den Pyramidenbahnen abzweigen. Es ist jedoch leicht möglich, dass ein Teil der sich in der Varolsbrücke kreuzenden Fasern mit den Pyramidensträngen zugleich und etwas abwärts von der Pyramidenkreuzung niedergeht.

Schlussfolgerungen:

1. In der Varolsbrücke — in deren oberem Drittel — ist bei manchen Nagetieren, sowie auch beim Menschen, eine partielle Durchkreuzung der Bewegungs- (Pyramiden) stränge zu konstatieren.
2. Beim Menschen durchkreuzt sich die sogenannte mediale akzessorische Schleife (nach Bechterew, *Pes lemniscus superficial.* nach Déjérine usw.), ihre Durchkreuzung (unvollständige) findet entweder in den Hirnpedunkeln, im Anfange der Varolsbrücke oder im oberen Drittel der Brücke statt.
3. Der eine Teil der sich durchkreuzenden Fasern schliesst sich an die Pyramidenstränge an und der andere Teil bleibt unter der Schleifenschicht; in nächster Beziehung stehen sie zu den Kernen der Hirnnerven, indem sie als zentrale motorische Bahnen dienen.
4. Die erwähnte Durchkreuzung der Pyramidenstränge ist die obere Durchkreuzung zu nennen, um sie von der weiter abwärts, in der *Medulla oblongata* befindlichen Pyramiden Durchkreuzung zu unterscheiden.

Erklärung der Abbildungen (Tafel XIX und XX).

(Die Zeichnungen wurden mittelst Camera lucida aufgenommen.)

Figur 1. Längsschnitt des Gehirns der Maus in der Gegend der Brücke und Medulla oblongata. Py. Pyramidenbahn. P. Pons Varoli. K, Kollateralen zu den Kernen des Tegmentum. K₁, Kollateralen zu den Kernen der Brücke. K₂, Kollateralen zu den Kernen der Medulla oblongata in der Gegend des N. facialis. VI. N. abducens. T. Quere Fasern der Brücke. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 80.

Figur 2. Querschnitt (abgeschrägt) des Gehirns in der Gegend des oberen Drittels der Brücke bei einer jungen Ratte. P. Pons (die Kerne der Brücke). Py. Pyramidenbahnen (schief geschnitten). L. Schleife. R. Raphe. S. Obere Kreuzung der Pyramidenbahnen. K₁, Kollateralen zu den Kernen der Brücke. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 80.

Figur 3. Querschnitt des Gehirns gleich unter der Brücke bei einer jungen Ratte. Py. Pyramidenbahnen, von welchen abzweigen (K₁) Kollateralen, einige davon kreuzen sich. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 70.

Figur 4. Quer abgeschrägter Schnitt durch die Hirnpedunkel beim menschlichen Fötus von etwa sieben Monaten. Py. Pyramidenbahn. L. Schleife (mediale). Fld. Fasciculus longitudinalis. III. N. oculomotorius. Ped. Hirnpedunkel. Sn. Substantia nigra. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 30.

Figur 5. Querschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Fötus von etwa 8 Monaten — durch die Varolibrücke an der Austrittsstelle der Wurzeln des N. trigeminus. Py. Pyramidenbahnen. K₁, Kollateralen zu den Kernen der Brücke. R. Raphe. S. Ein Bündel, welches sich von der Pyramidenbahn abzweigend, auf die andere Seite geht. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 80.

Figur 6. Querschnitt durch das Gehirn eines Fötus von acht Monaten, am Ende der Varolibrücke. Py. Pyramidenbahn. K₁, Kollateralen zu den Kernen der Hirnnerven. VI. N. abducens. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 80.

Figur 7. Querschnitt durch die Medulla oblongata eines Fötus von vier Monaten auf der Höhe der Pyramidenkreuzung. C. Canalis centralis. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 30.

Figur 8. Querschnitt durch die Hirnpedunkel eines Kindes von 11 Monaten. Ped. Hirnpedunkel. Sp. Mediale akzessorische Schleife. L. Schleife (mediale). a. Aquaeductus Sylvii. lp. Substantia perforata posterior. Gm. Gumma. Färbung nach Marchi. Vergrösserung 20.

Figur 9. Querschnitt (nach vorn geneigt) durch das Gehirn eines 9 Monate alten Fötus, an der Stelle, wo die Hirnpedunkel in die Varolsbrücke übergehen. Ip. Pyramidenbündel, welche unter Schleife und zur Raphe gehen. Die Erklärung der anderen Buchstaben ist dieselbe. Färbung nach Golgi. Vergrösserung 20.

Figur 10. Querschnitt (nach vorn geneigt und seitlich abgeschrägt) durch das Gehirn eines 10 Monate alten Kindes (Hydrocephalus chronicus internus). Ip. Mediale akzessorische Schleife (degenerierte), von welcher die Bündel und die Fasern zur Raphe übergehen. Erklärung der anderen Buchstaben ist dieselbe. Färbung nach Marchi. Vergrösserung 10.



