7.

Ueber den Bau des Rückenmarkes der Selachier.

Tafel X—XII.

Die wichtige Rolle, welche in der Stammesentwicklung der Wirbelthiere den Selachiern allgemein zugeschrieben wird, macht auch für die vergleichende Neurologie eine eingehende Kenntniss vom Bau der nervösen Centralorgane dieser Thiere zu einem dringenden Desideratum. Deshalb haben auch mehrere Forscher, vor Allem Fritsch und Edinger, das *Gehirn* von Haien und Rochen vermittelst verschiedener Methoden — auch der Weigert'schen — genau studirt. Was das *Rückenmark* betrifft, so hat M. v. Lenhossék [1] vor drei Jahren (1892) bei Pristiurusembryonen mittelst der Golgi'schen Methode interessante Beobachtungen über die nervösen Elemente dieses Organs wie auch der Spinalganglien angestellt.

Ich selbst hatte gelegentlich eines Aufenthaltes auf der schwedischen Zoologischen Station in Bohuslän im Sommer 1890 bei Acanthiasembryonen Untersuchungen mit der Golgi'schen Methode ausgeführt und besonders bei Embryonen von 20—25 cm Länge gute Färbung mancher Rückenmarkselemente bekommen. Wegen Mangels an Zeit zufolge anderer dringender Arbeiten konnte ich die fraglichen Untersuchungen erst in diesem Sommer bei einem neuen Aufenthalte auf dieser Station wieder aufnehmen. Ich hatte diesmal Gelegenheit, Acanthiasembryonen von 2.5, 3, 5 und 25 cm Länge zu untersuchen, und ich bin deshalb in der Lage, nicht nur v. Lenhossék's Ergebnisse, welche an Embryonen von 22—40 mm Länge gewonnen wurden, zu bestätigen, sondern sie auch in verschiedener Hinsicht zu erweitern. Leider gelang es mir diesmal nicht, Embryonen von 5—25 cm Länge zu erhalten. Deshalb sind in der Beobachtungsreihe Lücken geblieben, deren Ausfüllung namentlich für die richtige Deutung der Entstehung der Neurogliaelemente von Bedeutung ist. Wegen der Wichtigkeit der fraglichen Thiere für die allgemeine Nervenkunde theile ich hier dennoch meine Ergebnisse mit, denen ich von meinen zahlreichen gelungenen Präparaten eine grössere Auswahl von Abbildungen (Taf. X, XI und XII) beifüge, welche die wichtigeren Typen der Rückenmarkselemente in verschiedenen Entwicklungsphasen wiedergeben. Unter Hinweis auf diese Figuren kann ich mich kurz fassen. Man findet nämlich bei diesen Thieren, wie schon v. Lenhossék hervorgehoben hat, dieselben Formen und Bauverhältnisse wieder, welche zuerst genauer von Cajal und von v. Lenhossék bei Hühnchenembryonen und von v. Kölliker und Van Gehuchten bei Säugethierembryonen genauer dargelegt und dann von v. Lenhossék bei Pristiurusembryonen und von Sala, von mir u. A. bei Amphibien, Teleostiern und Ophidiern nachgewiesen worden sind.

Bekanntlich unterscheidet man nach Golgi im Rückenmarke zwei Haupttypen von Nervenzellen, nämlich Nervenzellen mit einem kurzen, mit bald eintretender Endverästelung versehenen Nervenfortsatz (Axencylinderfortsatz oder Axon), und Nervenzellen mit einem langen Nervenfortsatz, und unter den mit langem Axon versehenen Nervenzellen unterscheidet man wieder drei Subtypen oder Arten: die motorischen Zellen, die Commissurenzellen und die Strangzellen, von denen die letzteren beiden Arten morphologisch von einander nur dadurch verschieden sind, dass sich die Axonen der ersteren Art in der vorderen Commissur kreuzen, um in die Stränge der entgegengesetzten Hälfte des Rückenmarkes umzubiegen, während die der letzteren, die sog. Strangzellen, sich in die Stränge derselben Hälfte umbiegen und in ihnen ihre Bahn fortsetzen. Diese beiden Arten von Zellen sind also Strangzellen und

[1] M. von Lenhossék, Beobachtungen an den Spinalganglien und dem Rückenmark von Pristiurusembryonen. Anatomischer Anzeiger, 7. Jahrg., 1892, No. 16 und 17.

dürften daher besser als *Commissurenstrangzellen* und *directe Strangzellen* in eine Gruppe zusammengeführt werden. Deshalb wäre es prinzipiell richtiger, die Nervenzellen des Markes in *zwei Haupttypen,* die *kurzaxonigen* und die *langaxonigen* zu theilen und für die letzteren *zwei Subtypen,* die *motorischen* Zellen und die *Strangzellen* aufzustellen, sowie schliesslich bei den Strangzellen *zwei* Arten, die *directen* und die *Commissurenstrangzellen* zu unterscheiden. Ueber das Schicksal der Axonen der vielen verschiedenen Strangzellen sind wir leider noch sehr im Unklaren; wahrscheinlich sind unter ihnen eine ganze Menge verschiedener Nervenfasern zu verzeichnen, welche *ihre Endverzweigung* in bestimmten Regionen der Centralorgane haben und in Zusammenhang damit verschiedenen physiologischen Aufgaben dienen.

Bei *Acanthias* sind nun die *motorischen* Nervenzellen, wie es scheint, stets in den Vorderhörnern belegen. In den frühesten Stadien, die ich untersuchen konnte, 2.5 cm lange Embryonen, traf ich schon etwas verschiedene Entwicklungsphasen an. Die in Fig. 1 *m* der Taf. X abgebildete Zelle stellt offenbar eine sehr frühe Stufe dar; der birnförmige Zellenkörper liegt noch unweit des Centralkanals in der Ependymkern-Zone, und läuft nur allmählich in einen einzigen Fortsatz, den Axon, aus, ohne andere Fortsätze, Dendriten, aufzuweisen; die Bildung der letzteren ist noch nicht eingetreten, der Axon setzt sich aber eine kurze Strecke in das das Mark umgebende Gewebe fort. In derselben Fig. 1 der Taf. X ist in m^1 eine zweite motorische Zelle abgebildet, welche eine andere Form darbietet, indem sich hier der Zellenkörper von der Kernregion aus schon nach zwei Richtungen, und zwar der Oberfläche parallel, ausgebreitet hat und nach aussen hin eine Reihe kurzer Fortsätze, Dendriten, entsendet, während der Axon bereits aus dem Marke hinausgetreten ist.

Diese beiden Zellen sind gewissermassen die Prototypen der bei den Haien später nachzuweisenden, wechselnden Formen der motorischen Nervenzellen. Aus der ersteren Form entwickelt sich eine Reihe von Zellen, welche sich zuerst so gestalten, wie die in *m* in Fig. 2 der Taf. X abgebildete Zelle zeigt; aus der zweiten Form entstehen solche Zellen, wie die *m*, m^1 in derselben Figur wiedergegebenen. Wie man sieht, hat hier hauptsächlich eine Ausbildung der Dendriten stattgefunden, indem bei der ersteren Form der Zellenkörper nach zwei Seiten hin ausgewachsen ist und von ihm eine Reihe kurzer Dendriten nach der Oberfläche hin ausgegangen sind, auch bei der zweiten Form (m^1) eine weitere Ausbildung der Dendriten eingetreten ist. Es giebt zwar hier und da auch Zwischenformen, im Ganzen behalten aber die meisten motorischen Zellen ihren Typus lange, so dass man noch in späten Entwicklungsstadien die beiden Varianten unterscheiden kann.

Bei der ersten Art, bei welcher der Kern dem Centralkanal näher belegen ist, bleibt der ihn umgebende Zellenkörper birn- oder spindelförmig und verlängert sich in einen eigenthümlichen, langen, schmalen »Hals«, welcher sich in der Nähe des Vorderstranges umbiegt und gebogen neben ihm, der Oberfläche parallel, nach rückwärts hin verläuft; während dieses Verlaufes entspringen von ihm mehr oder weniger zahlreiche knotige Dendriten, welche nach aussen hin in den Strang eintreten und denselben, hier und da verästelt, durchziehen, um unweit der Oberfläche zu endigen; nach vorn hin geht vom Zellenkörper oft, aber nicht immer, ein Ast aus, welcher an der Innenseite des Vorderstranges nach vorn hin zieht, um ebenfalls dendritische Fortsätze in den Strang hineinzusenden und früher oder später frei auslaufend, selbst zu endigen.

Der Axon entspringt bald in der Nähe des Halstheiles, da, wo dieser sich in die erwähnten Zweige ausbreitet, bald von einem dieser Zweige oder sogar von einem der Dendritenfortsätze derselben. Um die hierbei vorkommenden Variationen leichter zu demonstriren, verweise ich auf die Abbildungen (Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 der Taf. X; Fig. 2 der Taf. XI, *m* und m^1).

Es kommen hier oft ganz eigenthümliche Formen vor, indem der Zellenkörper bisweilen sehr verlängert ist, so dass man kaum die Grenze zwischen ihm und den Dendriten bestimmen kann. Der Kern bleibt in dem nach innen belegenen Theil der Zelle und liegt zuweilen dem Centralkanale ganz nahe, sogar unter den Ependymzellen eingebettet (Taf. X, Fig. 6, 7, 8, 9); nur ein geringer Protoplasmamantel umgiebt ihn hier; zuweilen, aber nur selten und gewiss nicht in der Regel, läuft von ihm ein dicker Fortsatz nach innen aus, welcher aber den Centralkanal nicht erreicht (Fig. 8, 9 der Taf. X). Der »Hals« kann zuweilen eine bedeutende Länge haben (Fig. 6 der Taf. X) und der nach hinten ziehende Fortsatz oft bis zum Hinterstrang reichen.

Die zweite Varietät der motorischen Zellen, bei welcher der Kern mehr peripherisch liegt und wo deshalb keine halsförmige Verlängerung des Zellenkörpers vorhanden ist, zeigt übrigens eine ähnliche Ausbreitung des Zellenkörpers wie die zuerst beschriebene. Nach hinten, aber auch nach vorn, läuft der Zellenkörper an der Innenseite des Vorder-Seitenstranges hin und schickt eine gewöhnlich bedeutende Anzahl von Dendriten in ihn hinein, welche, weiter

verästelt und knotig-varicös, mehr oder weniger weit gegen die Oberfläche des Markes hin ziehen. Der Zellenkörper kann eine verschiedene Gestalt und Grösse darbieten; oft breitet er sich aber wie ein breites Messerblatt oder ein türkischer Degen aus (Fig. 2, 4 m^1 in der Taf. X; Fig. 1 m^1 der Taf. XI).

Zu dieser letzteren Form der motorischen Zellen gehören die beiden von v. Lenhossék abgebildeten. Dieser Forscher scheint die erste Variation nicht beobachtet zu haben, wie er auch in Betreff der Darstellung dieser Zellen überhaupt weniger glücklich war. Er sagt nämlich selbst: »Von den motorischen Vorderhornzellen war ich nur ein einziges Mal in der Lage, ein schön imprägnirtes Exemplar zu beobachten; es ist das die in Fig. 1 wiedergegebene Zelle. Unvollkommene, wenn auch mitsammt ihrem Fortsatz geschwärzte Zellen besitze ich mehrere.« In dieser Hinsicht bin ich glücklicher gewesen, indem ich bei Acanthias eine grosse Menge schön imprägnirter motorischer Vorderhornzellen erhalten habe und deshalb auch ihre verschiedenen Varianten studiren konnte.

Auch bei der zweiten Formenvarietät dieser Zellen läuft der Axon von wechselnder Stelle aus, bald von der Umgebung des Kerns, bald weiter von ihm entfernt, und nicht selten sogar von einem Dendriten. Der Axon verhält sich hier wie bei den entsprechenden Zellen anderer Vertebraten, indem er als dünne, unverästelte Faser und mehr oder weniger gerade und senkrecht durch den Vorderstrang nach der Oberfläche des Markes zieht und, aus dem Marke austretend, seine Bahn nach der Peripherie einschlägt. Ein Theil der zu einem Bündel vereinigten motorischen Axone biegt sich bald dorsalwärts um, während die übrigen zusammen mit den meisten sensiblen Fasern des Spinalganglions, als ventraler Zweig, ihren Weg nach vorn-aussen hin fortsetzen, um früher oder später in die Muskelgruppen einzutreten und dort sich in bekannter Weise zu verästeln und zu endigen.

In frühen embryonalen Stadien trifft man auch bei Acanthias die interessante Wachsthumskeule Cajal's an, die v. Lenhossék auch bei Pristiurus gesehen hat; dieselbe stellt aber selten eine »Keule« dar, sondern, wie ich schon früher beim Hühnchen und bei den Ophidiern hervorgehoben habe, eher eine grobe Verästelung, welche wohl als eine bewegliche, beim Hervordringen allmählig die Gestalt verändernde Protoplasmamasse anzusehen ist (Fig. 4 der Taf. X; Fig. 2 der Taf. XI). Die motorischen Zellen scheinen beim Acanthias in den sog. Vorderhörnern und an der inneren Grenze der Vorder-Seitenstränge belegen zu sein. Weiter nach hinten hin traf ich nie solche Zellen.

Unter den *Strangzellen* — in der hier oben gegebenen weiten Umfassung des Wortes — scheinen vor Allem die *Commissurenzellen* im Rückenmark von Acanthias reichlich vertreten zu sein. Es färbt sich nämlich von solchen Zellen mittelst der Golgi'schen Methode eine bedeutende Menge. Von meinen zahlreichen Präparaten habe ich in den Figuren der Taf. X und XI eine Auswahl der verschiedenen Formen wiedergegeben. Es finden sich diese Zellen, wie bei den Teleostiern, Ophidiern und Vögeln, und wie es auch v. Lenhossék bei Pristiurusembryonen gefunden hat, sowohl in den hinteren, wie in den mittleren und vorderen Partien des Rückenmarkquerschnittes. In ihrem frühen Entwicklungsstadium ist ihr Zellenkörper in der Regel klein und birnförmig, mit dem dickeren Ende gegen den Centralkanal gerichtet und mit dem schmäleren allmählig in eine Faser auslaufend, welche nach vorn umbiegt und mehr oder weniger gestreckt oder etwas gewunden schief nach vorn-innen zieht, um in die vordere Commissur einzutreten. Dieser Fortsatz, der Axon der Commissurenzellen, endigt zuweilen, in den frühen Entwicklungsstadien, schon diesseits der Commissur mit einer Wachsthumskeule; weiter entwickelt, tritt der Axon in der Regel unweit der vorderen Oberfläche des Markes quer durch die Commissur nach der anderen Seite hinüber, um entweder auf dem Wege dorthin mit einer Wachsthumskeule zu endigen, oder auch, auf der anderen Seite angelangt, in den Vorder-Seitenstrang der anderen Rückenmarkshälfte einzudringen und hier, wie Cajal zuerst beim Hühnchen entdeckt und u. A. v. Lenhossék schon bei Pristiurusembryonen bestätigt hat, sich in zwei Fasern zu theilen, von denen eine ihre Bahn im Strange proximal- und die andere distalwärts fortsetzt.

Was nun den Zellenkörper betrifft, so ist es anfangs oft schwer, seine Grenze gegen den Axon anzugeben, indem er allmählig in ihn übergeht. Bald schiessen aber von seinem Protoplasma kurze Fortsätze aus, welche theils nach der Peripherie, theils nach anderen Richtungen hin ziehen. Es herrschen hier so mannigfache Variationen, dass kaum eine Regel anzugeben ist. Ich verweise deshalb auf die in den Figuren der Taf. X (Fig. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 und 9) und Taf. XI (Fig. 1, 2 und 3) abgebildeten Commissurenzellen. Anfangs von geringem Umfange, wächst der Zellenkörper dieser Zellen oft ganz bedeutend; dies ist besonders bei den im hinteren Abschnitt des Markes belegenen Zellen der Fall. In der Fig. 9 der Taf. I habe ich eine solche grosse Commissurenzelle mit vielen Dendriten abgebildet, von denen ein paar sogar bis in die unmittelbare Nähe des Centralkanales ziehen. Viele Dendriten dieser Zellen durchkreuzen sowohl die graue Substanz, wie auch die angrenzenden Längsstränge.

Wie oben hervorgehoben wurde, können die Zellenkörper dieser Commissurenzellen auch in der Mitte und sogar im vorderen Theile des Markquerschnittes belegen sein. Unter den letzteren kommen Formen vor, welche den mit ausgezogenem Körperhals versehenen motorischen Zellen ähnlich sind (s. Fig. 8, rechts). Unter den in der Mitte des Markquerschnittes belegenen Zellen trifft man in frühen Stadien Exemplare an, bei welchen der Zellenkörper noch quer gestellt und zwischen den kernführenden Körpern der Ependymzellen eingelagert ist; die Natur dieser Zellen ist aber durch den nach der vorderen Commissur umbiegenden Axon gekennzeichnet (Fig. 9 der Taf. X und Fig. 2 der Taf. XI). Einen Fortsatz des Zellenkörpers nach dem Centralkanal hin sah ich in diesem Stadium der Entwicklung nie, wohl aber in späteren Stadien, weshalb ich solche Fortsätze, wenn sie vorkommen, als secundäre Bildungen betrachte.

Directe Strangzellen, solche, die ihren Axon in einen Längsstrang derselben Hälfte hineinschicken, konnte ich bei Acanthias nie mit voller Sicherheit demonstriren. Ich suchte sie in meinen zahlreichen Präparaten bis jetzt vergebens; wenn ich sie zuweilen zu sehen glaubte, so liess mich die nähere Untersuchung im Zweifel, ob mir nicht vielleicht ein Dendritenast den Axon vorgetäuscht hatte. Dass sie sich nicht gefärbt hatten, ist wohl kaum anzunehmen, da die Commissurenzellen so schön imprägnirt waren. Möglicherweise waren sie in diesen Stadien noch nicht entwickelt, was aber auch kaum anzunehmen ist.

v. Lenhossék hat beim Pristiurus eine Zelle abgebildet und beschrieben, welche nach der entgegengesetzten Hälfte einen sich wiederholt verästelnden Axon entsandte, und die er für eine Nervenzelle mit kurzem Axon ansah. Bei Acanthias konnte ich nie eine derartige Zelle sicher nachweisen; wenn ich eine solche vor mir zu haben glaubte, erwies es sich, dass es nur eine gewöhnliche Commissurenzelle mit zweigetheiltem Axon war, und dass die übrigen vermeintlichen Aeste nur Fortsätzen anderer Zellen entsprachen. Zellen von diesem »II. Golgi'schen Typus« sah ich im Ganzen bei Acanthias nie mit Sicherheit.

Was nun die spätere Entwicklung der Nervenzellen des Rückenmarkes betrifft, so sah ich bei Embryonen von 5 cm Länge (Fig. 4 und 6 der Taf. XI) Formen, welche den oben beschriebenen entsprechen. Die Commissurenzellen mit ihren Axonen liessen sich oft schön verfolgen; dagegen waren in meinen Präparaten die Axonen der motorischen Zellen schwer demonstrirbar. In diesem Stadium sind die Dendriten reichlich ausgebildet. Im Ganzen sind die so ausgebildeten Zellen deshalb von Interesse, weil sich aus ihren Formen die späteren leicht erklären lassen.

Leider konnte ich, wie oben erwähnt wurde, die zunächst folgenden Entwicklungsstufen von Acanthias nicht erhalten. Es standen mir aber beinahe fertige Foetus von 25 cm Länge zur Verfügung. Bei diesen ist die graue Substanz im Verhältniss zu der weissen wenig umfangreich. In der Fig. 5 der Taf. XI giebt die punktirte Linie die Grenze zwischen der weissen und der grauen Substanz an, aus welcher letzteren ich aus mehreren Präparaten eine Auswahl der gewöhnlicheren Formen der Nervenzellen zusammengestellt habe. Die reichliche Ausbildung der Dendriten und ihr Hervordringen durch die weisse Substanz fast bis an die Oberfläche ist in der Figur wiedergegeben; dagegen liessen sich die Axonen nicht sicher demonstriren. Von Interesse ist die gestreckte Gestalt der grösseren Nervenzellen, welche sich derjenigen der früheren Stadien gut anschliesst. In den Fig. 3 und 4 derselben Tafel sind ebenfalls einige Nervenzellen des Rückenmarkes von einem 25 cm langen Foetus abgebildet. In der Fig. 3 der Taf. XII findet sich auch eine Nervenzelle weit in die weisse Substanz hinaus gerückt, eine Thatsache, die ja schon früher mehrmals bei anderen Wirbelthieren nachgewiesen worden ist.

Es ist indessen von einem gewissen Interesse, die späteren Formen der Nervenzellen zu kennen, um die verschiedenen Typen der Neurogliazellen von ihnen mit voller Sicherheit unterscheiden zu können.

v. Lenhossék bemerkt, dass er bei Pristiurusembryonen die Collateralen der Fasern der Stränge nicht gefärbt bekommen habe. Bei den jüngeren Acanthiasembryonen habe ich sie auch nicht imprägnirt erhalten. Bei älteren Embryonen konnte ich sie aber schon im J. 1890 mittelst der Methylenblaufärbung darstellen, und ich sah dann nach der Fixirung mit pikrinsaurem Ammoniak ihre Abgangsstellen als T-förmige Bildungen, welche den bekannten Ranvier'schen Einschnürungen der sich theilenden Fortsätze der Spinalganglienzellen sehr ähnlich waren. Offenbar fehlte hier eine Markscheide gerade an den Abgangsstellen der Collateralen. Wie v. Lenhossék, glaube auch ich, dass die Collateralen in den von uns untersuchten *frühen* embryonalen Stadien noch nicht ausgebildet sind. In den späteren verhindert die Markscheide ihre Färbung.

Ich gehe hiermit zur Besprechung des Ependyms und der Neuroglia über.

Von dem *Ependym* sagt v. Lenhossék, dass es ihm nicht gelang, gelungene Bilder der Ependymzellen zu erhalten, und er hat daher auch keine solchen Zellen beschrieben oder abgebildet. Bei meinen Färbungsversuchen

gelang es mir, besonders in den jüngeren Stadien (Embryonen von 2.5—3 cm Länge), dagegen oft, gute Imprägnirungen der Ependymzellen des Rückenmarkes und Gehirnes zu bekommen. In der Fig. 3 der Taf. XI habe ich aus einigen Präparaten eine übersichtliche Darstellung der verschiedenen Formen dieser Zellen beim 3 cm langen Acanthiasembryo gegeben. Wie man sieht, ähnelt dieses Ependym in auffallendem Grade demjenigen der Reptilien (Ophidier) und Vögel, ist aber dem Typus nach von dem der Teleostier und auch dem der Amphibien abweichend. Da die Figur die Beschaffenheit der fraglichen Elemente besser als jede Beschreibung wiedergiebt, dieselbe auch schon bei anderen Thieren wohl bekannt ist, brauche ich hier auf diese Elemente nicht weiter einzugehen. Ich will nur hervorheben, dass an diesen Zellen hier und da kurze Stacheln vorkommen, dass das äussere Ende der Zellen sich aber nur ausnahmsweise verästelt. In einem noch früheren Stadium, bei Embryonen von 2.5 cm Länge (Fig. 10 der Taf. X) sind die Ependymzellen noch glatter, auch zeigen sie noch keine Seitenstacheln.

Am ventralen Umfang des Markes fand ich aber noch unter den gewöhnlichen Ependymzellen einzelne Elemente, welche einen eigenthümlichen Typus darboten, indem sie zwar mit dem inneren Fortsatze den Centralkanal erreichten, in Betreff des äusseren aber einen sehr abweichenden Verlauf zeigten. In der Fig. 1 der Taf. XI sowie in Fig. 6 derselben Tafel habe ich einige solche Formen zusammengestellt. Man sieht hier, wie der äussere feine Fortsatz sich umbiegt und in der Commissur tangential verläuft; er theilt sich dabei nicht selten, wird knotig und zieht oft in den Vorderstrang hinein. Offenbar liegen aber hier nur Varianten der Ependymzellen vor, welche gewissermassen Anklänge an Nervenzellen darbieten.

Von der eigentlichen *Neuroglia* sah ich in den frühen Entwicklungsstadien keine Spur. Hier kommen mir aber v. Lenhossék's Untersuchungen zu Hülfe, der bei seinen jungen Pristiurusembryonen Zellen fand, die er als Neurogliazellen deutete und die in der That die Beschaffenheit solcher Zellen darbieten (s. seine Fig. 7, 18 und 19). Nun gelang es mir bei dem 25 cm langen und beinahe ausgetragenen Foetus von Acanthias eine grosse Anzahl von Neurogliaelementen zu imprägniren. In der Fig. 1 der Taf. XII habe ich eine Anzahl der gewöhnlichen Typen dieser Zellen zusammengestellt, und in der Fig. 2 derselben Tafel sind einige Gliazellen bei etwas stärkerer Vergrösserung abgebildet. Ausserdem sieht man auch in der Fig. 3 einige solche Elemente. Der Typus dieser Zellen ist der einer ächten Neuroglia; die Elemente ähneln sogar schlagend den in der Umgebung des Centralkanales im Rückenmark des Menschen und der Säugethiere vorkommenden Langsternstrahlen. Der Zellenkörper ist auf ein Minimum reducirt; er besitzt gewöhnlich einige flügelartige Fortsätze; von diesen und von dem übrigen Zellenkörper strahlen nach verschiedenen Richtungen hin feine, starre Fäden aus, welche die graue Substanz in gestreckter Bahn durchlaufen und dabei auch oft die vordere und die hintere Commissur durchstreifen, um in die entgegengesetzte Hälfte einzutreten und dort den Weg fortzusetzen. Diese Fasern ziehen aber auch in die weisse Substanz hinaus und durchsetzen dieselbe in der verschiedensten Weise, um in der unmittelbaren Nähe der Markoberfläche oder in ihr selbst zu endigen.

Diese Neurogliazellen sind alle in der grauen Substanz belegen, und zwar theilweise neben dem Ependym des Centralkanales; andere Elemente befinden sich in den grauen Hörnern und halten sich darin oft nahe an der Grenze der weissen Substanz. In dieser letzteren selbst sah ich aber in meinen zahlreichen gelungenen Präparaten nie die Zellenkörper der Gliäcyten, sondern nur ihre langen Fortsätze. Unter den an der Grenze der weissen Substanz belegenen Elementen kommen ferner andere solche Elemente vor, die ein etwas verschiedenes Aussehen darbieten. Von dem kleinen Zellenkörper strahlen die Fortsätze nur einseitig in die weisse Substanz hinein; diese Elemente sind gewissermassen nur für diese Substanz bestimmt. Für alle hier oben beschriebenen Neurogliazellen ist es charakteristisch, dass ihre Fortsätze sich nicht weiter theilen. In der Nähe des Zellenkörpers kommen zwar einzelne Theilungen unter spitzem Winkel vor, später aber fast nie, oder doch auffallend selten. Nun trifft man in den Präparaten aber auch andere, etwas gröbere Fortsätze an, welche die weisse Substanz radiirend durchsetzen und sich dabei wiederholt theilen. In der Fig. 1 der Taf. XII habe ich rechts einige solche Fasern wiedergegeben. Diese Fasern ähneln in so auffallendem Grade den Dendritenfortsätzen der Nervenzellen (s. Fig. 5 der Taf. XI), dass ich sie eher für solche, als für eine besondere Art von Gliaelementen zu halten geneigt bin.

Schliesslich habe ich noch des *Ependyms* in diesem späteren Entwicklungsstadium zu gedenken. In meinen zahlreichen Präparaten tritt das Ependym auffallend wenig hervor. Es sind zwar noch, wie die Fig. 1, 2 und 3 der Taf. XII zeigen, viele Ependymzellen vorhanden; dieselben befinden sich aber offenbar in einem reducirten Zustande und ähneln eigenthümlicher Weise den entsprechenden Elementen im Rückenmarke älterer Foetus von dem Menschen und den Säugethieren. Einzelne Ependymzellen lassen sich zwar vom Centralkanal weit durch die graue und die

weisse Substanz hinaus verfolgen. Die meisten sind aber knotig und winklig umgebogen und endigen, oft mit umgebogenem Ende, hier und da in der grauen Substanz. Nur diejenigen, welche in das sog. hintere System, und diejenigen, welche gegen die vordere Fissur hinziehen, sind gestreckt und lassen sich bis an die Oberfläche gut verfolgen.

Ausserdem kommen aber noch andere Elemente vor, welche den bekannten Uebergangsformen zwischen Ependym und Neuroglia bei anderen, höheren Wirbelthieren entsprechen. Dieselben sind besonders in der hinteren Region zu beiden Seiten des hinteren Septum vorhanden, wo bekanntlich, wie v. Lenhossék längst nachgewiesen hat, in den späteren Stadien des Embryonallebens eine Verlöthung der beiden Wände des Centralkanales eingetreten ist. In der Fig. 1 der Taf. XII sind einige solche Zellen und in Fig. 2 noch ein paar abgebildet. Man trifft diese Zellen auch zuweilen in der Umgebung der vorderen Fissur, ja hier und da auch an den Seiten des Centralkanales (Fig. 1 der Taf. XII). In der Fig. 5 der Taf. XII habe ich noch aus dem Halsmarke eine Gruppe solcher Elemente in der Umgebung des hinteren Septum wiedergegeben. Hier sind sie nämlich sehr zahlreich vertreten, auch gehen sie in die Ependymzellen der Medulla oblongata über, wo sie gerade diesen Typus zeigen. Ich brauche sie nicht weiter zu beschreiben, da sie vom Rückenmark des Menschen und anderer höherer Vertebraten schon längst bekannt sind.

Jedenfalls sind die geschilderten Verhältnisse und Formen des Ependyms und der Neuroglia bei den Haien von Interesse, vor Allem deshalb, weil sie in so vieler Hinsicht den entsprechenden Elementen des Menschen und der Säugethiere ähneln. Ich bedaure nur, dass ich, wie oben hervorgehoben wurde, die Stadien zwischen den früheren und den späteren Entwicklungsstufen dieser Elemente nicht darlegen kann, da mir Embryonen des Acanthias von 6 bis 20 cm Länge bis jetzt nicht zu Gebote gestanden haben.

Was die Spinalganglien und ihre Nervenzellen betrifft, so habe ich v. Lenhossék's Darstellung derselben nichts hinzuzufügen. Es liegen hier ja ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie sie von ihm und mehreren anderen Forschern (His, Cajal, v. Kölliker, van Gehuchten und mir) schon bei verschiedenen Repräsentanten der Wirbelthiere dargestellt worden sind. In der Fig. 4 der Taf. X und Fig. 2 der Taf. XI sind ein paar Abbildungen früher Stadien mitgetheilt.

Tafel X.

Das Rückenmark der Selachier (Acanthias vulgaris).

Fig. 1—10 stellen Querschnitte des Rückenmarkes von Embryonen des Acanthias dar; die Fig. 1—8 und 10 sind 2.5 cm langen Embryonen und die Fig. 9 ist einem 3 cm langen Embryo entnommen.

Sämmtliche Figuren sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 1 (halb ausgezog. Tubus) nach Präparaten gezeichnet, welche nach der Chromkali-Osmium-Silbermethode behandelt worden sind.

Gemeinsame Bezeichnungen:

m — motorische Nervenzellen mit birnförmigem, nach dem Centralkanal gerichtetem Zellenkörper;

m^1 — motorische Nervenzellen mit der Oberfläche mehr parallel angeordnetem Zellenkörper;

c — Commissurenzellen verschiedener Form und Anordnung;

k — Wachsthumskeule einer motorischen Nervenzelle.

Fig. 1.

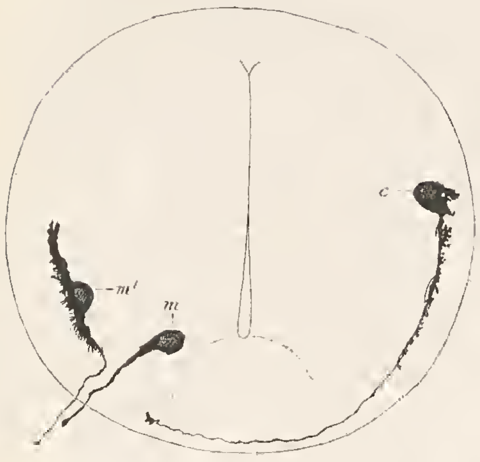


Fig. 2.

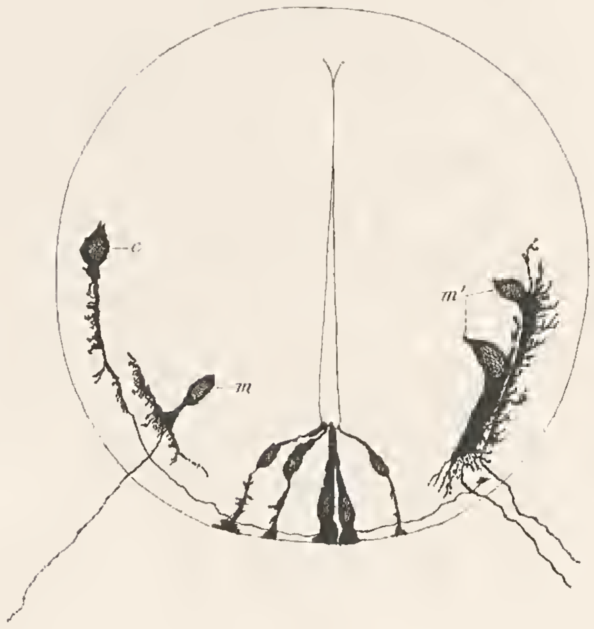


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

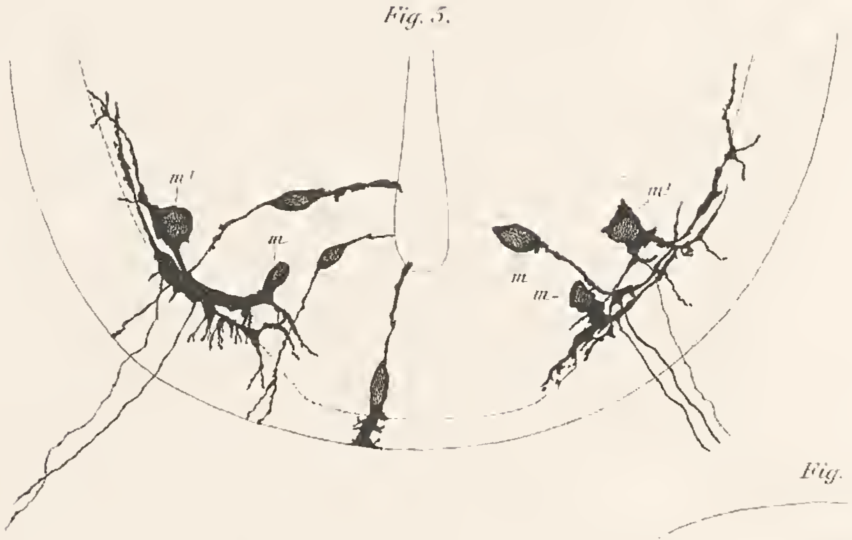


Fig. 6.

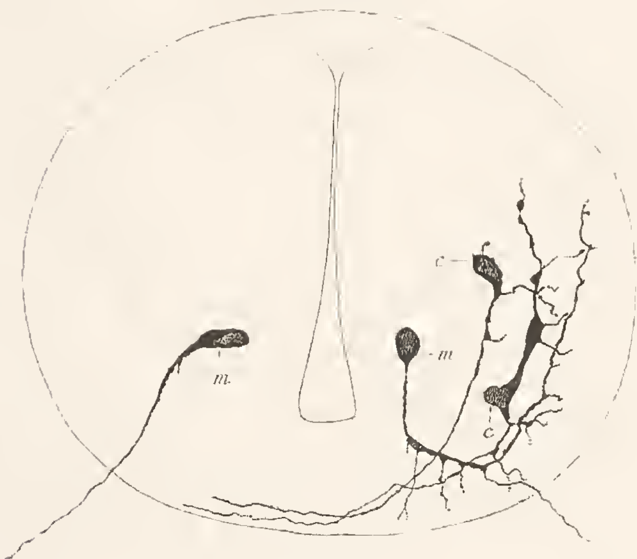


Fig. 10.

Fig. 7.

Fig. 8.

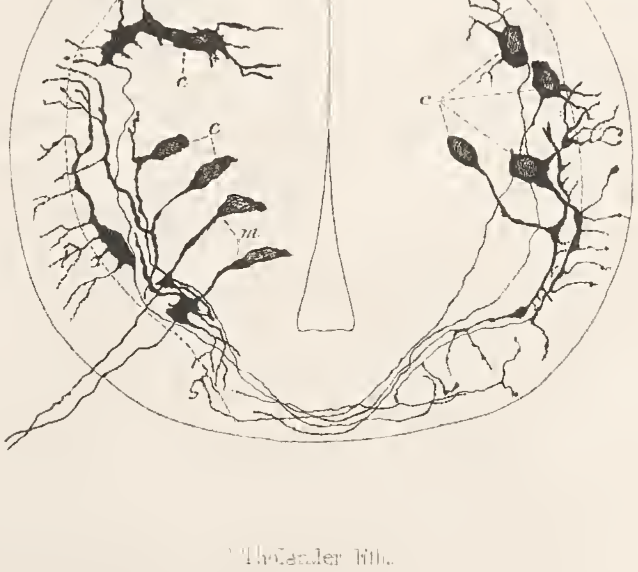
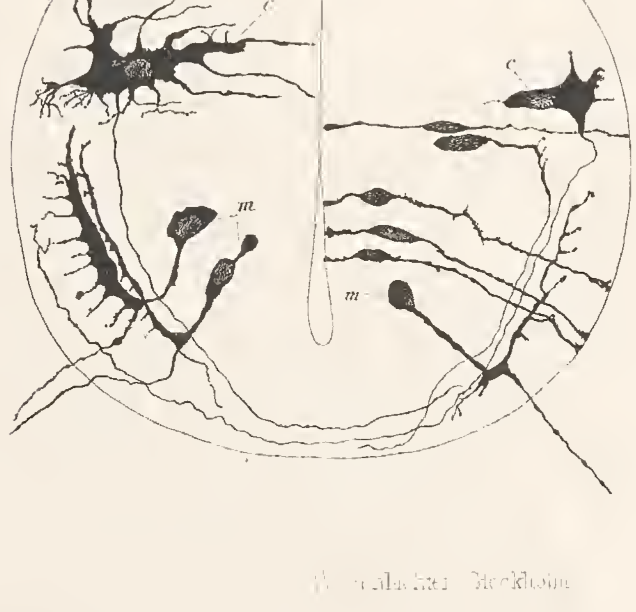


Fig. 9.



Tafel XI.

Das Rückenmark der Selachier (Acanthias vulgaris).

Fig. 1—6 stellen Querschnitte des Rückenmarkes von Embryonen des Acanthias dar; die Fig. 1—3 sind 3 cm langen Embryonen, die Fig. 4, 6, 7 sind 5 cm langen Embryonen und die Fig. 5 ist einem 25 cm langen Embryo entnommen. Die Fig. 4 und 5 rühren vom Schwanze der Thiere her.

Sämmtliche Figuren sind nach Präparaten gezeichnet, welche nach der Chromkali-Osmium-Silbermethode behandelt worden sind. Fig. 1—3 sind bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 1 (halb ausgezog. Tubus), Fig. 4, 6, 7 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus), Fig. 5 bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingeschob. Tubus) gezeichnet.

Gemeinsame Bezeichnungen:

m — motorische Nervenzellen mit birnförmigem, nach dem Centralkanal gerichtetem Zellenkörper.
*m*¹ — motorische Nervenzellen mit der Oberfläche mehr parallel angeordnetem Zellenkörper.
c — Commissurenzellen verschiedener Form und Anordnung.
e — Ependymzellen.
*e*¹ — eigenthümlich gestaltete Ependymzellen.
k — Wachsthumskeule einer motorischen Nervenzelle.
ck — Centralkanal.
v — ventrale Oberfläche.

Fig. 1.

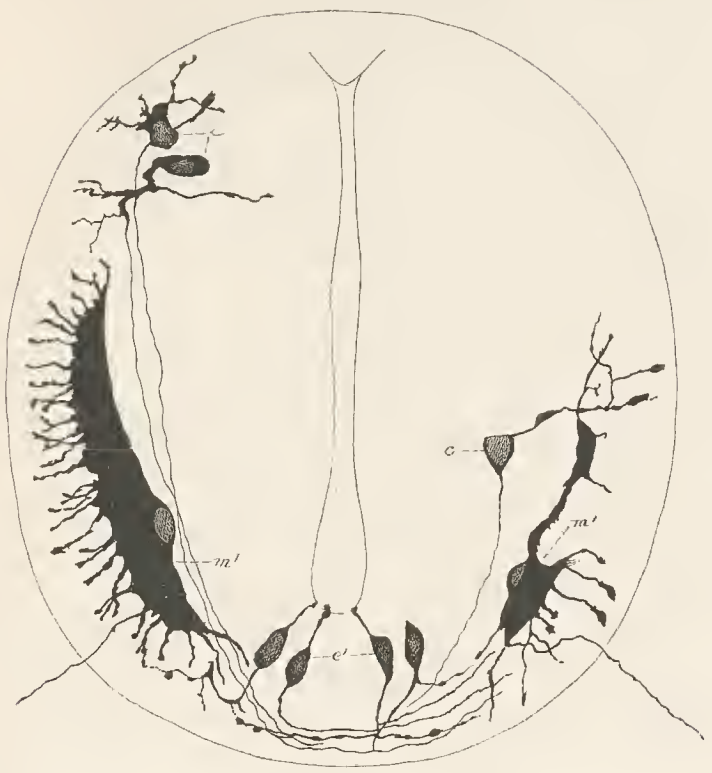


Fig. 7.

Fig. 2.

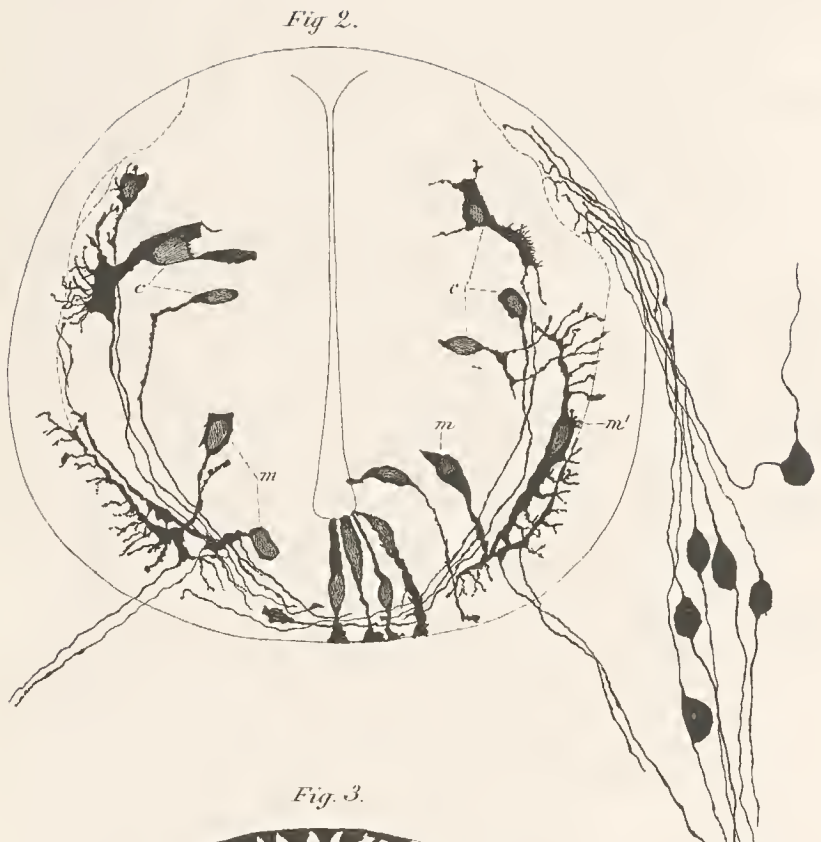


Fig. 3.

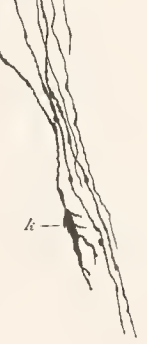
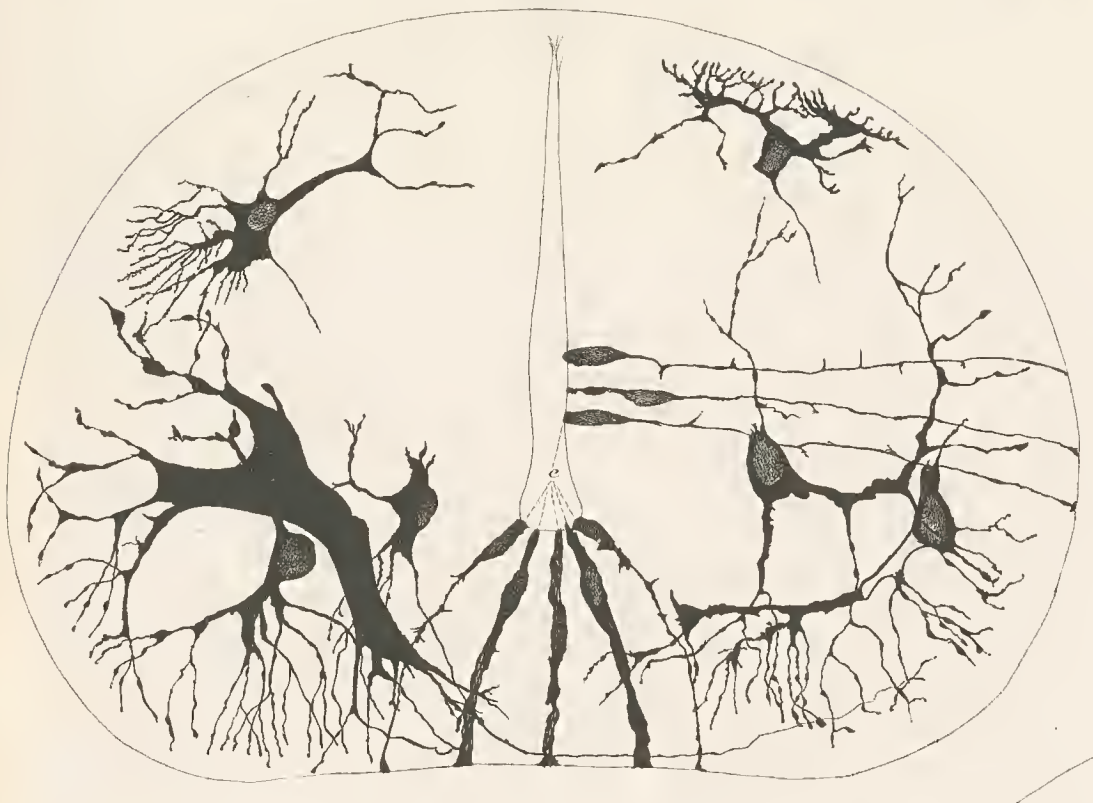


Fig. 4.



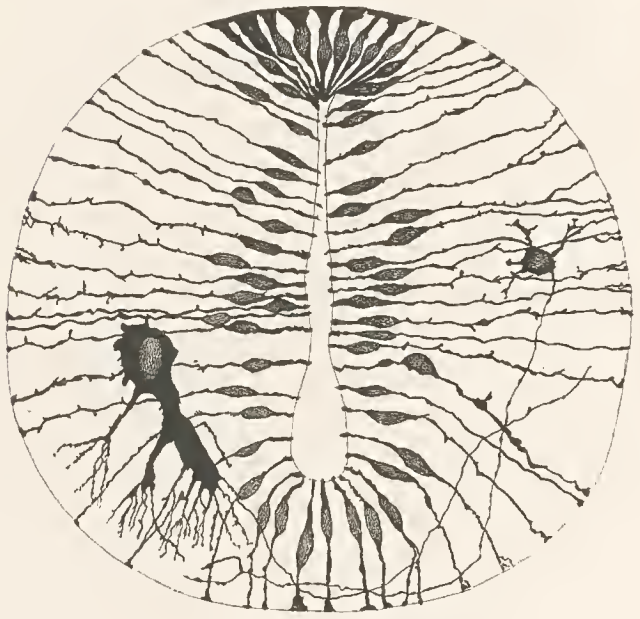


Fig. 5.

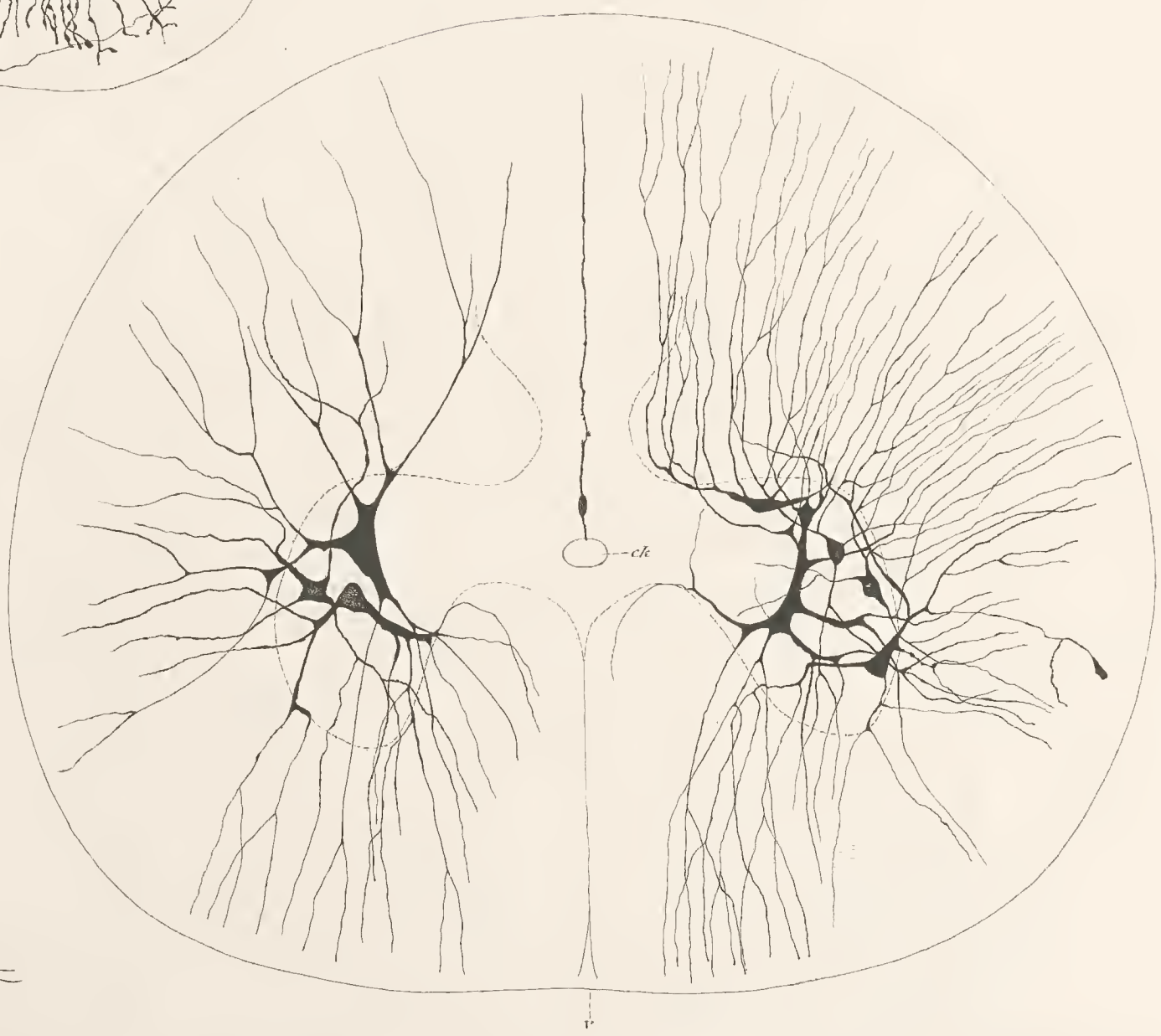
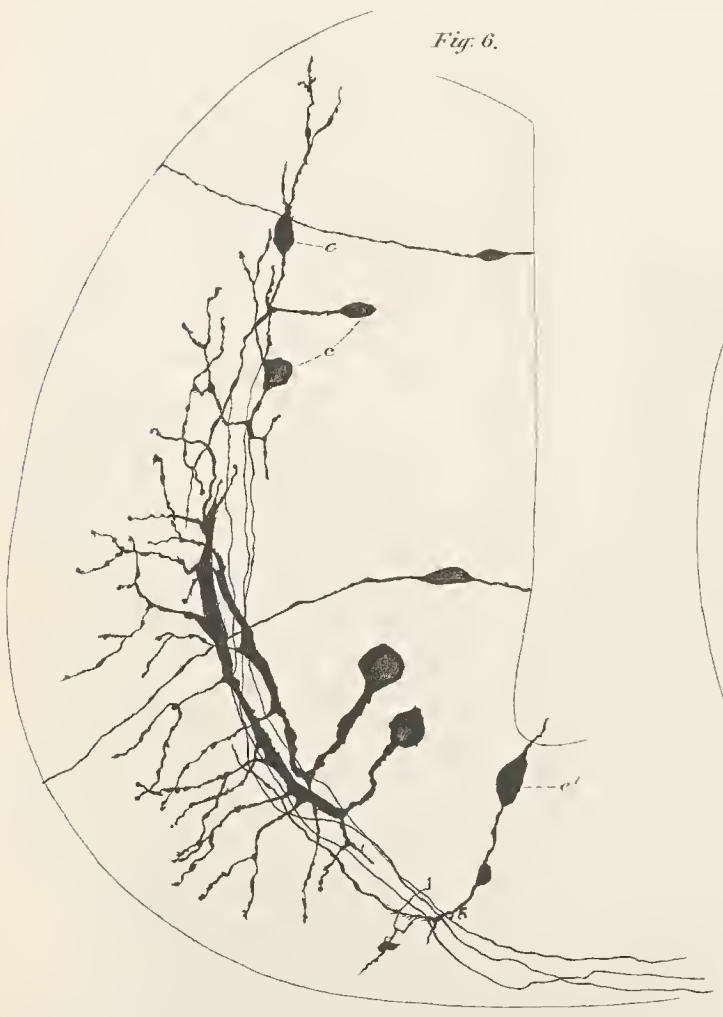


Fig. 6.



Tafel XII.

Das Rückenmark der Selachier (Acanthias vulgaris).

Sämmtliche Figuren sind Querschnitten des Rückenmarkes von Acanthias-Embryonen von 25 cm Länge entnommen, welche nach der Chromkali-Osmium-Silbermethode behandelt worden sind. Die Fig. 1, 4, 5 sind bei Vér. Obj. 2 und Ocul. 3 (eingesch. Tubus), die Fig. 2, 3 bei Vér. Obj. 6 und Ocul. 3 (eingesch. Tubus) gezeichnet.

Fig. 1 stellt den ganzen Querschnitt mit verschiedenen Ependym- und Neurogliazellen dar; *fa* vordere Fissur, *sp* Septum posticum.

Fig. 2. Mittlere Partie eines Querschnitts mit Ependym- und Neurogliazellen; *ck* Centralkanal, *sp* Septum posticum.

Fig. 3. Mittlere Partie eines Querschnitts mit Ependym- und Neurogliazellen nebst zwei als Nervenzellen zu bezeichnenden Elementen; *ck* Centralkanal.

Fig. 4. Mittlere Partie eines Querschnitts mit der grauen Substanz der einen Seite. Neuroglia- und Nervenzellen.

Fig. 5. Hintere Partie eines Querschnitts mit den in und neben dem Septum posticum befindlichen Ependymzellen; *o* hintere Oberfläche, *ck* Centralkanal.

Fig. 1.

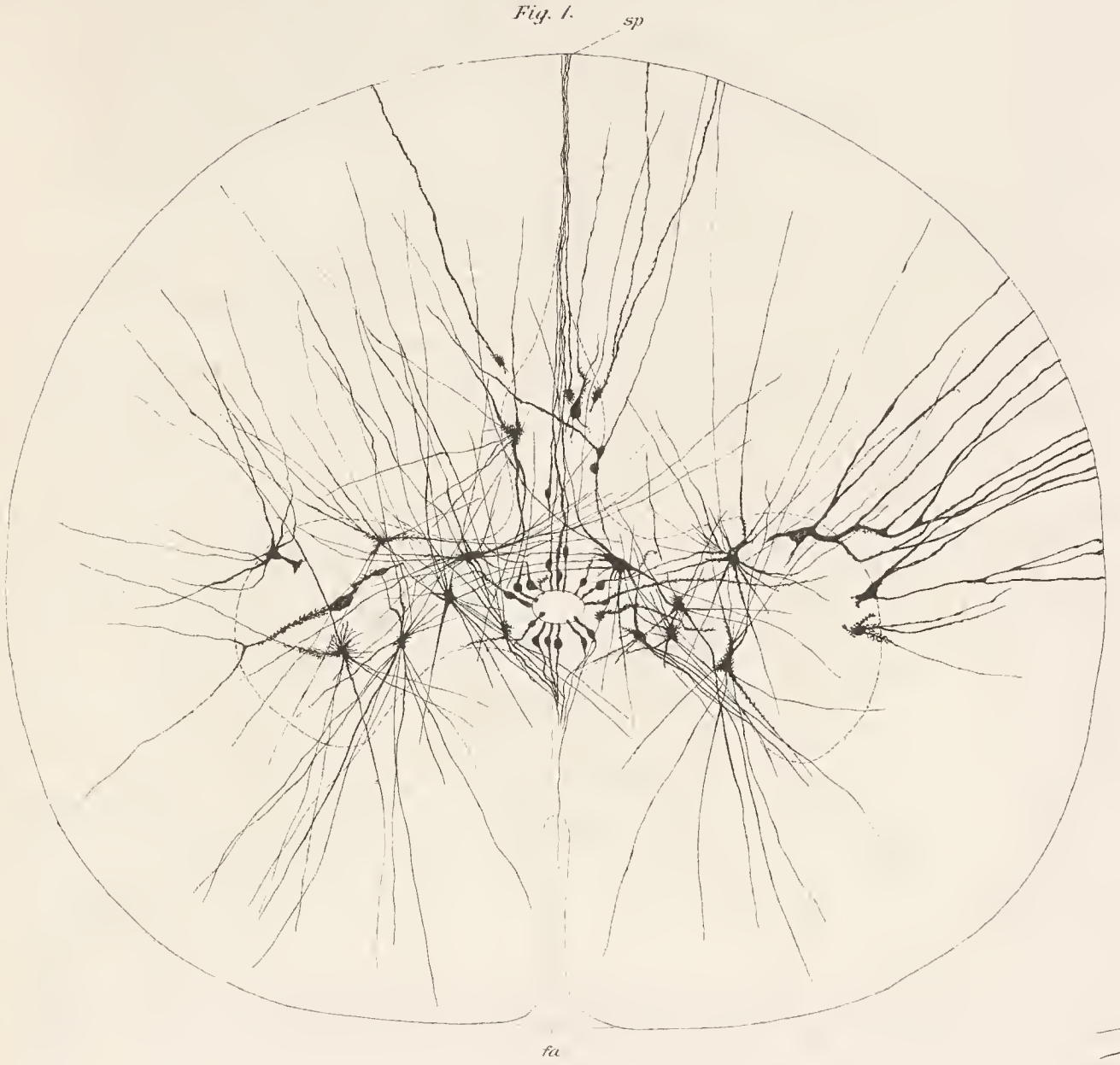


Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 2

Fig. 5.

W. Schlachter, Stockholm.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologische Untersuchungen

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: NF_7

Autor(en)/Author(s): Retzius Gustaf Magnus

Artikel/Article: Ueber den Bau des Rückenmarkes der Selaehier 34-39