

## Ueber den Bau des Rückenmarkes der Rochen und der Haie.

Von

**Dr. Ludwig Stieda**

Prosector und ausserordentlicher Professor in Dorpat.

---

Mit Tafel **XXV** Fig. 1—4.

---

So weit meine Kenntniss reicht, sind über den feineren Bau des Rückenmarks der Rochen und Haie noch keine Mittheilungen veröffentlicht worden; wobei ich von meiner eigenen vorläufigen Bemerkung absehe (Sul cervello e sul midollo spinale delle Raje e degli Squali — Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Fascic. nr. 12. Decembro 1872. Napoli). Dass das Rückenmark der genannten Fische überhaupt bisher noch nicht untersucht worden ist, wage ich nicht zu behaupten: es ist immerhin möglich, dass der eine oder der andere Forscher wohl gelegentlich das erwähnte Object untersucht hat, ohne jedoch die dabei gewonnenen Resultate der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Bei einem Aufenthalt in Neapel im Sommer des Jahres 1871, hatte ich vielfach Gelegenheiten, auch Rochen und Haie zur Untersuchung zu erhalten. Dass das Centralnervensystem derselben vor anderen meine Aufmerksamkeit fesselte, lag bei der besonderen Vorliebe, mit welcher ich bisher mich der Untersuchung der Centralnervensysteme hingegeben habe, sehr nahe. Eine kurze Uebersicht der damals gewonnenen Resultate überreichte ich der k. Academie der Wissenschaften zu Neapel.

Die allendlichen Resultate, zu welchen ich durch Untersuchung des Baues des Rückenmarkes der Rochen und Haie gelangt bin, haben mich nicht völlig befriedigt; ich erwartete mehr Aufklärung über den Bau des Rückenmarks, als mir zu Theil geworden ist. Dass ich nicht über alle Fragen, so wie ich es wünschte, Auskunft erhielt, lag vorzüglich in der Unzulänglichkeit des mir zu Gebote stehenden Materials. Es hat mi

nämlich nicht gelingen wollen, diejenigen Fische, welche ich brauchte, lebend zu erhalten: ich musste mich häufig mit bereits abgestorbenen begnügen, und das Nervensystem solcher ist zur mikroskopischen Untersuchung nicht sehr geeignet. — Ich habe das Rückenmark der Haie und der Rochen nach der bereits früher von mir beschriebenen Methode — zuerst in Alkohol, darauf in chromsaurem Kali erhärtet und gefärbt; ich glaube nicht, dass diese Methode, welche sich für das Nervensystem der andern Wirbelthiere bewährt hat, für das der genannten Fische einer Modification bedarf.

Wenn ich trotz der Lücken, welche meine Untersuchungsergebnisse zeigen, dennoch dieselben veröffentliche, so geschieht dies, weil ich selbst augenblicklich keine Aussicht habe, durch Verarbeitung neuen Materials, das Fehlende zu ergänzen. Doch hoffe ich, dass diejenigen Forscher, welche günstiger situirt sind, als ich, indem ihnen das betreffende Material leichter zugänglich ist, gerade durch meine Publication auf die noch zu beantwortenden Fragen aufmerksam gemacht und ihre Lösung in Angriff nehmen werden.

Zur Untersuchung] dienten verschiedene Gattungen der Rochen: *Torpedo*, *Raja*, *Trygon* und verschiedene der Haie: *Squalus*, *Mustelus* und *Galeus*.

Ueber die äussere Gestalt und Form des Rückenmarkes habe ich wenig zu sagen: das Rückenmark der Haie unterscheidet sich kaum in seinem Aussehn von dem der Knochenfische. Dagegen zeigt das Rückenmark der Rochen gewisse Eigenthümlichkeiten: während das Rückenmark der Knochenfische mehr oder weniger einem Cylinder gleich sieht, und der Querschnitt rundlich oder elliptisch erscheint, hat das Rückenmark der Rochen fast das Aussehen eines 4seitigen Prisma's und der Querschnitt ist annähernd viereckig (Fig. 2 und 3). Die oberen und unteren Nervenwurzeln sind von gleicher Stärke; die einzelnen oberen oder hinteren Wurzeln liegen ziemlich dicht hinter einander. In Betreff der kleinen Spinalganglien ist nichts zu bemerken. —

Auf Querschnitten des Rückenmarkes tritt hier wie bei anderen Wirbelthieren ein Gegensatz zwischen der centralen grauen Substanz, und der peripherischen weissen Substanz hervor. Die Figur, welche die graue Substanz auf Querschnitten zeigt, lässt sich bei Rochen und Haien (Fig. 4—3) ebensowenig auf das H der übrigen Wirbelthiere zurückführen, als ich es früher mit der grauen centralen Substanz im Rückenmarke der Knochenfische vermochte. Die Gestalt der grauen Substanz auf dem Querschnitt des Rückenmarkes der Rochen und Haie sieht mehr oder weniger der im Rückenmark der Knochenfische ähnlich und lässt sich am ehesten einem stehenden Kreuz mit ungleichen Schenkeln

vergleichen. Indess finden sich sowohl zwischen den Knochenfischen und den hier untersuchten Knorpelfischen gewisse Unterschiede, als auch die letzteren unter einander gewisse Abwechslungen darbieten.

Am ehesten schliesst sich an das Rückenmark der Knochenfische der Befund im Rückenmark der Haie. Ich vergleiche die graue Substanz (Fig. 4) einem stehenden Kreuz: der Stamm des Kreuzes zeigt einen untern schmalen, nach unten sich sehr zuspitzenden Abschnitt, welcher genau in der Medianebene liegt, und einen breiteren nach oben zu bedeutend sich verbreiternden oberen Abschnitt. Seitlich hat das Kreuz zwei horizontal gerichtete, ziemlich massige Arme (Fig. 4 d), welche dadurch gekennzeichnet sind, dass sie mittelst einer geringen Verengung von dem centralen Abschnitte des Stammes abgehen. In dem centralen Abschnitt der grauen Substanz liegt der Centralkanal (Fig. 4 e). Der obere Abschnitt der grauen Substanz (des Kreuzes) lässt einen Unterschied zwischen den mittleren und den beiden seitlichen Theilen erkennen: der mittlere Theil ist sehr unbedeutend, nach oben sich zuspitzend, erreicht er die Fissura longitudinalis superior; die seitlichen Abschnitte (Fig. 4 c), welche den oberen Hörnern im Rückenmark der Säugethiere oder den hinteren beim Menschen entsprechen, sind seitwärts geneigt, seitlich ausgezackt und so gestaltet, dass die ganze Masse beider Hörner einem gleichschenkligen Dreieck gleicht, dessen Basis zur Peripherie, dessen Spitze zum Centrum gerichtet ist. — Die queren Abschnitte des Kreuzes, welche an der Abgangsstelle verengt sind und sich dann stark verbreitern, haben ebenfalls zackige Contouren: es sind die sogenannten unteren Hörner (Fig. 4 d).

Von der ganzen Peripherie der grauen Substanz gehen zahlreiche Fortsätze aus, welche im Verein mit ebenso zahlreichen von der äusseren Peripherie des Marks, d. h. von der Pia mater aus in das Innere eindringenden Fortsätzen ein grobmaschiges Netz bilden; die weisse Substanz findet sich in dem erwähnten Netz.

Die graue Substanz im Rückenmark eines Rochen (Torpedo Narke Fig. 2) weicht, wie der Blick auf die beigefügte Abbildung lehrt, von dem beschriebenen Befunde ab; insbesondere betrifft die Abweichung die Oberhörner. Die breiten, massigen Oberhörner sind von dem mittleren aufsteigenden Stamm der centralen grauen Substanz deutlich geschieden; an ihrer Wurzel aber mit einander in Zusammenhang; das obere und das untere Horn einer und derselben Seite stehen durch ein Netzwerk grauer Substanz mit einander in Verbindung. Es liess dieses Verhalten der grauen Substanz sich vielleicht auch so auffassen, als ob der centrale Abschnitt hier nicht compact und gleichmässig son-

dern netzförmig erscheine. Dies Aussehen gewinnt der Querschnitt der grauen Substanz im Rückenmark der *Raja clavata* (Fig. 3); statt einer eingehenden Beschreibung verweise ich auf die beigegefügte Figur.

Der Centralkanal des Rückenmarks tritt auf Querschnitten als ein kreisrundes, gewöhnlich als ein elliptisches Lumen (Fig. 4—3 c) entgegen; das Lumen ist, wie bei anderen Wirbelthieren mit einer Schicht langgestreckter Cylinderzellen ausgekleidet; es besitzen die Zellen an ihrer dem Lumen zugekehrten Basis Flimmern. Auch hier fand ich sowohl auf Quer- als auf Längsschnitten mitunter im Lumen jenen räthselhaften Strang, welcher einem Achsencylinder im Aussehen gleicht. Ich habe den Strang fast bei allen untersuchten Wirbelthieren gesehen, und habe mich an einem andern Orte dahin ausgesprochen, dass derselbe ein Kunstproduct, d. h. ein Gerinnsel sei. Zur Unterstützung der Ansicht, dass der Strang ein Achsencylinder, d. h. ein Nervenzellenfortsatz sei, fehlt der Nachweis des thatsächlichen Zusammenhangs mit einer Nervenzelle.

Ueber die bindegewebige Stützsubstanz im Rückenmark der Haie und Rochen habe ich dem bereits früher Gesagten nichts Besonderes hinzuzufügen: Radiarfasern und Stützfasern sind auch hier sichtbar; die granulirte Beschaffenheit der sogenannten Grundsubstanz ist auch hier nachweisbar.

Die graue Substanz enthält grössere und kleinere Nervenzellen (Fig. 1—3), von denen die grösseren in ihrem Habitus wenig den Zellen der Knochenfische, sondern denen der Frösche ähnlich sehen. Grössere Nervenzellen von dreieckiger oder spindelförmiger Gestalt fand ich überall in den Unterhörnern; bei den Haien ausserdem noch kleinere Zellen im centralen Abschnitt der grauen Substanz. Der sichere Nachweis kleinerer Nervenzellen hat mir bei den Rochen nicht gelingen wollen; freilich habe ich viel Kerne gesehen, welche ich als zu Nervenzellen gehörige auffassen muss; immerhin bin ich über die Anordnung und Lagerung der Nervenzellen durch meine Präparate nicht genügend aufgeklärt worden. Die Nervenzellen scheinen äusserst zart zu sein, ihr Protoplasma fast völlig homogen, färbt sich so sehr schwach, dass an vielen Schnitten nur mit Mühe die Contouren zu erkennen waren. Auch die Fortsätze waren nur schwer erkennbar oder wurden vermisst; ich habe 2—5 Fortsätze an einer Zelle beobachtet. In Bezug auf eine etwaige Verästelung der Fortsätze, enthalte ich mich jedes entscheidenden Urtheils. Meine Präparate waren, wie bereits Eingangs erwähnt wurde, nicht als allen Ansprüchen genügende anzusehen und liessen mich gerade hier in Betreff der Nervenzellen in Ungewissheit. Dem wenigen über die Nervenzellen Gesagten, füge ich nur

noch hinzu, dass ich hier, wie sonst, auf horizontalen Längsschnitten eine sehr charakteristische Anordnung der Zellen fand: alle Zellen liegen nämlich so, dass ihr Längsdurchmesser senkrecht zur Medianebene gerichtet ist und somit in den Querdurchmesser hineinfällt; jede Zelle sendet einen Fortsatz zur Mitte, den andern zur Peripherie.

In Bezug auf die Nervenfasern ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen Rochen und Haien einerseits und den Knochenfischen andererseits.

Zuerst fehlen dem Rückenmark der Haie und Rochen jene beiden kolossalen symmetrisch gelegenen MAUTHNER'schen Nervenfasern, welche für die Knochenfische charakteristisch sind. Hierdurch entfernen sich die Haie und Rochen von den Knochenfischen und nähern sich den übrigen Wirbelthieren. Sonst sind die Nervenfasern verschiedenen Kalibers vertheilt wie gewöhnlich; nur eins ist dabei zu bemerken: dicht über dem centralen Abschnitt der grauen Substanz (Fig. 4—3) zu beiden Seiten des mittleren nach oben gerichteten Stammes markirt sich jederseits ein grosses Bündel ziemlich starker längslaufender Nervenfasern. Sehr deutlich ist das Bündel sichtbar bei Rochen, insbesondere bei *Raja clavata* (Fig. 3).

Ferner ist einiges zu bemerken in Betreff der sogenannten Commissura transversa. Bei den Knochenfischen verläuft nur ein sehr kleiner Theil der von einer Hälfte zur andern hinüberziehenden Nervenfasern dicht unterhalb des Centralkanals, der grösste Theil zieht direct aus einem Unterhorn quer hinüber zum andern: das ist die Commissura transversa. — Bei den Haien nun fehlt eine solche Commissura transversa; die von der einen zur andern Rückenmarkshälfte laufenden Fasern bilden dicht unterhalb des Centralkanals eine Kreuzung (Fig. 4 g). Bei einigen Rochen, z. B. bei *Torpedo*, dagegen ist eine Commissura transversa sichtbar wie bei Knochenfischen (Fig. 2 f), wogegen bei anderen Rochen (*Raja clavata* Fig. 2 f) gleichsam in der Stellung und Richtung der Commissur ein Uebergang zwischen den Haien und Rochen gegeben ist. — Ueberaus deutlich tritt stets das Verhalten der Commissur auf senkrechten Längsschnitten entgegen. —

Es ist zum Schluss noch Einiges über den Verlauf der Wurzelfasern im Rückenmark der Haie und Rochen zu sagen. In Betreff der untern Wurzel (Fig. 4—3 b) kann ich kurz sein, insofern ihr Verhalten in keiner Weise von dem allgemeinen Bilde, welches ich an einem andern Orte von den untern Wurzeln der Wirbelthiere entworfen habe, abweicht.

Die obere Wurzel (Fig. 4—3 a) bietet gewisse Eigenthümlichkeiten. Zuerst muss ich das auffallend grosse Kaliber der einzelnen

Wurzelfasern hervorheben; die Fasern haben 0,0450 Mm. im Durchmesser (der Achsencylinder 0,006 Mm.) und sind genau so stark wie die der unteren Wurzeln. Bei allen andern Wirbelthieren, soweit dieselben untersucht worden sind, — vielleicht mit alleiniger Ausnahme des *Amphioxus* — ist ein bedeutend auffallender Gegensatz zwischen den feinen Fasern der oberen und den starken der unteren Wurzeln: hier bei den Rochen und Haien fehlt dieser Gegensatz vollständig.

In Bezug auf den Austritt der Wurzelfasern aus der grauen Substanz des Rückenmarks, oder wie man gewöhnlich sagt, — den Eintritt der Wurzeln in das Rückenmark ist zu bemerken, dass hier einige Differenzen bei den verschiedenen Gattungen der betreffenden untersuchten Fische bestehen. Bei der Gattung *Torpedo* tritt das ziemlich bedeutende Bündel der obern Wurzel (Fig. 2 a) in beträchtlicher Entfernung vom Sulcus longitudinalis superior an das Rückenmark heran, so dass der Abstand der Eintrittsstellen beider oberen Wurzeln von einander grösser ist, als der der beiden untern Wurzeln. Die eingetretene Wurzel zieht horizontal durch die weisse Substanz bis in den oberen Theil der Oberhörner und endet hier scharf abgeschnitten (Fig. 2 a). Bei *Raja clavata* (Fig. 3 a) dagegen weicht das in die weisse Substanz eingetretene Wurzelbündel sofort von der Horizontal-Ebene ab, und neigt sich, um in schräger, fast senkrechter Richtung die Oberhörner zu durchlaufen; dann erst endet das Bündel wie abgeschnitten. Bei Haien (Fig. 4 a) schliesst sich der Verlauf der obern Wurzel ziemlich an den bei Knochenfischen; jedoch sah ich niemals ein pinselartiges Ausstrahlen der Wurzelfasern in die graue Substanz hinein, wohl aber bemerkte ich bisweilen einzelne kleine Bündelchen, welche in fast senkrechter Richtung in das Oberhorn sich einsenkten.

Soviel liess sich über den Verlauf der oberen Wurzeln an Querschnitten ermitteln; da die Wurzelbündel scharf abgeschnitten endeten und sich nicht ausbreiteten, so lag die Vermuthung nahe, dass Längsschnitte über den weiteren Gang der Wurzeln Auskunft schaffen würden. Die Vermuthung erfüllte sich — und ich weiss in der That kein anderes Wirbelthier anzugeben, in dessen Rückenmark sich der Verlauf der oberen Wurzeln mit solcher Deutlichkeit verfolgen lässt, wie gerade bei den Rochen und Haien. Aus der Betrachtung von horizontalen Längsschnitten, welche der Eintrittsebene der oberen Wurzelbündel entsprechen, lässt sich deutlich erkennen (Fig. 4 a, a), dass jede eintretende Wurzel sich früher oder später in zwei Bündel theilt. Ein Bündel wendet sich nach hinten (Fig. 4 h) das zweite nach vorn (Fig. 4 i), um sich an die Längsfasern (Fig. 4 k) der weissen Substanz anzuschliessen. An der Stelle, wo das vordere und hintere Bündel sich

von einander trennen, findet eine Kreuzung der Fasern statt; indem dabei das vordere Bündel der einen und das hintere Bündel einer andern Wurzel sich begegnen, kreuzen sich auch diese Bündel. — Nach der Umbiegung schliessen sich die Wurzelbündel unmittelbar an die Längsfasern der weissen Substanz, soweit dieselbe sich in der nächsten Nähe der Oberhörner findet oder sogar die Oberhörner und deren graue Substanz durchsetzt. Hier sind die ursprünglichen Wurzelfasern von den übrigen Längsfasern nicht zu unterscheiden; deshalb ist es auch nicht möglich die Wurzelbündel weiter zu verfolgen. Die Frage, wie sich die Nervenfasern der oberen Wurzeln in ihrer Beziehung zu den Nervenzellen verhalten, fällt hiernach zusammen mit der Frage, wie die Längsfasern der weissen Substanz entstehen. Nach meinen Erfahrungen und Anschauungen sind die Längsfasern in directem Zusammenhang mit den Nervenzellen der grauen Substanz. —

Ich habe oben gesagt, dass die eintretende Wurzel in horizontaler Richtung nach hinten und vorn sich verfolgen lasse; dazu muss hinzugefügt werden, dass mitunter, z. B. bei Haien, einzelne Bündel von der Wurzel sich ablösend, senkrecht durch das Oberhorn hinabsteigen und in der Tiefe verschwinden. Darüber geben am ehesten passende senkrechte Längsschnitte (Sagittalschnitte) Auskunft.

Fasse ich das in Betreff der oberen Wurzeln Gesagte zusammen, so ergiebt sich: jede obere Wurzel, nachdem sie durch die weisse Substanz bis zum Oberhorn gezogen, theilt sich in eine Anzahl Bündel, von denen der grösste Theil in horizontaler Richtung nach vorn und nach hinten, der kleinste Theil in senkrechter Richtung in das Oberhorn hinabsteigt. GERLACH (Ueber das Rückenmark, STRICKER's Handbuch der Lehre von den Geweben p. 683) hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die hintern (obern) Wurzeln der Säugethiere nicht direct von den Nervenzellen, sondern durch Vermittelung eines feinen in der grauen Substanz befindlichen Netzes aus Nervenzellfortsätzen entspringen sollen. — Das Verhalten der oberen Wurzeln bei Haien und Rochen scheint mir nicht diese Vermuthung zu unterstützen, doch bleibe eine sichere Entscheidung einer andern Untersuchungsreihe vorbehalten. —

## Erklärung der Abbildungen Taf. XXV.

Die Figuren sind alle bei 80facher Vergrößerung gezeichnet, die Buchstaben haben überall gleiche Bedeutung.

Fig. 1 Querschnitt aus dem Rückenmark eines Hai's (*Carcharias glaucus*).

Fig. 2 Querschnitt aus dem Rückenmark eines Rochen (*Torpedo Narke*).

Fig. 3 Querschnitt aus dem Rückenmark eines Rochen (*Raja clavata*).

In den Figuren 1—3 sind nur die graue Substanz, die Wurzeln und die Commissuren gezeichnet worden; die querdurchschnittenen Nervenfasern der weissen Substanz sind nicht gezeichnet, weil dadurch der Unterschied zwischen grauer und weisser Substanz sich verwischt hätte.

Fig. 4 Horizontaler Längsschnitt aus dem Rückenmark eines Rochen (*Raja clavata*). Es ist nur die weisse Substanz gezeichnet worden, die graue nicht.

- 
- a* Obere Wurzel,
  - b* untere Wurzel,
  - c* oberes Horn,
  - d* unteres Horn,
  - e* Centralkanal,
  - f* Commissura transversa (accessoria),
  - g* Kreuzung von Nervenfasern,
  - h* nach hinten gerichtete Wurzelbündel,
  - i* nach vorn gerichtete Wurzelbündel einer oberen Wurzel,
  - k* Längsfasern des Rückenmarks,
  - l* durchschnittener bindegewebiger Fortsatz der Pia mater im Sulcus longitudinalis superior.
-

Fig. I.

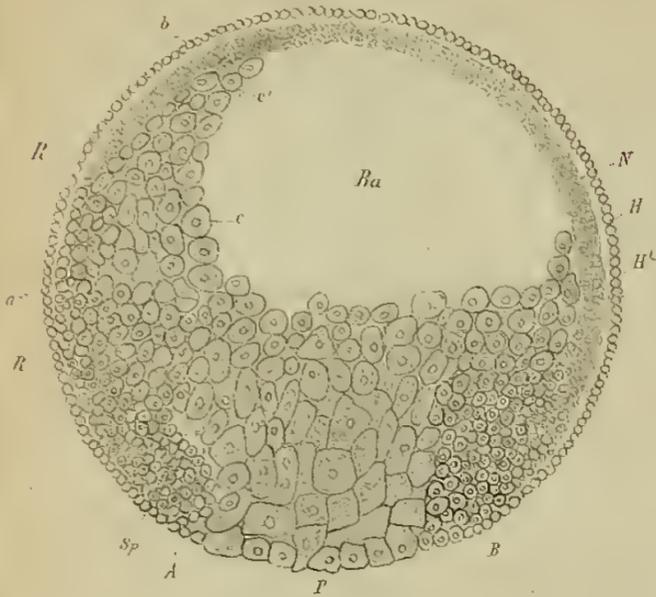


Fig. II.



Fig. 1.



Fig. 2.

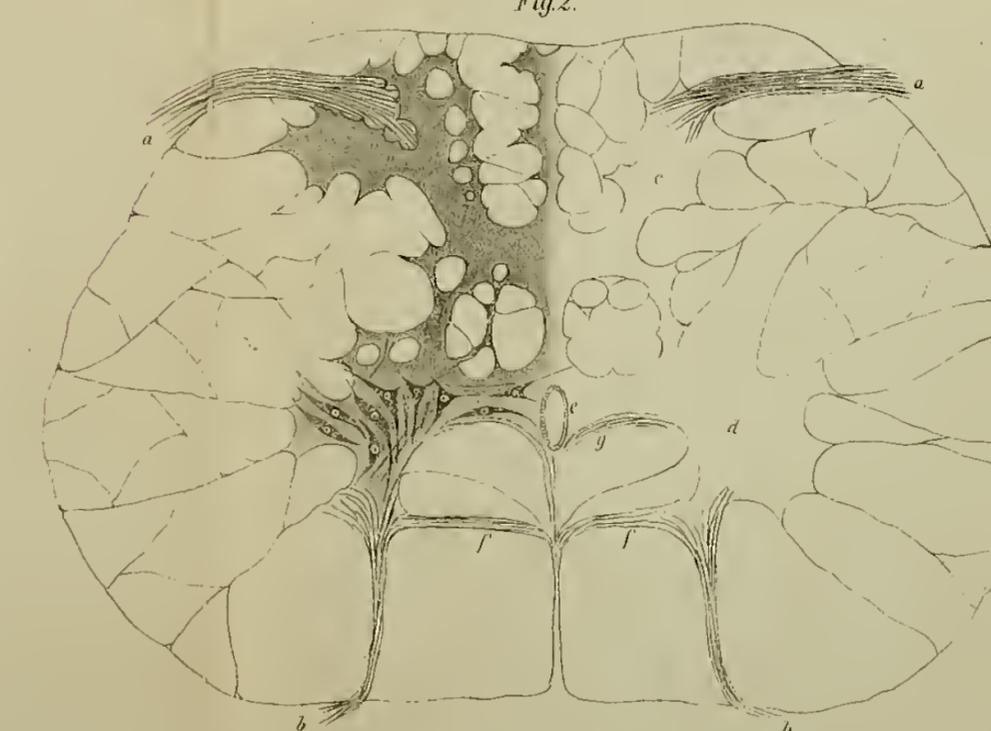


Fig. 3.

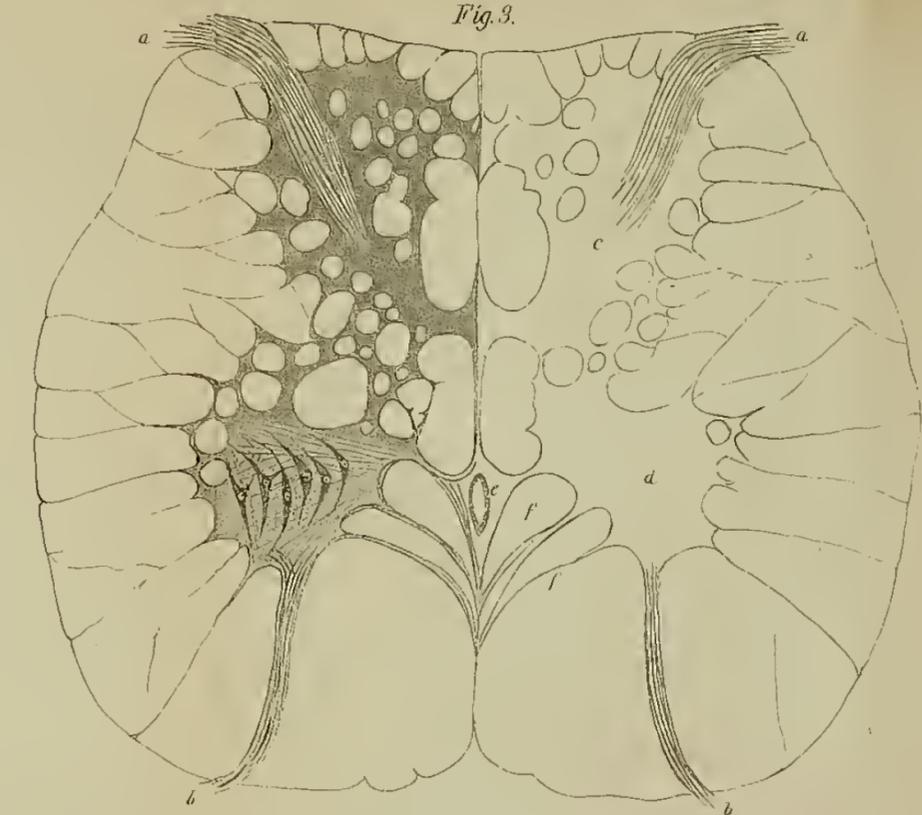
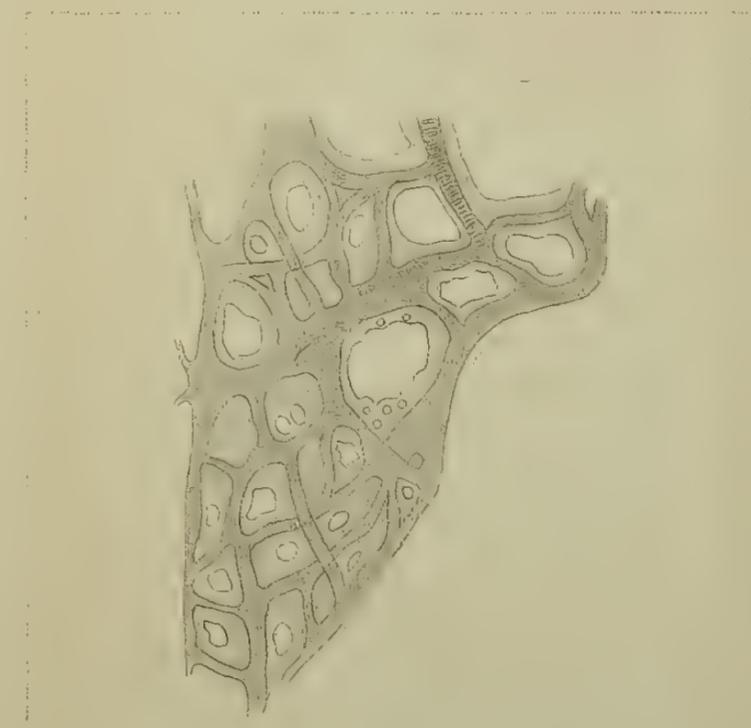
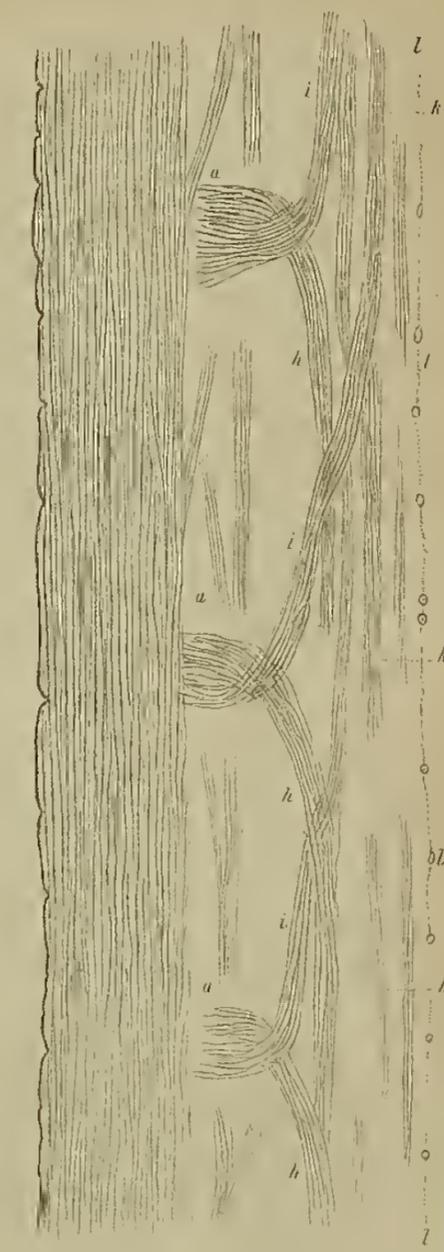


Fig. 4.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Stieda Ludwig

Artikel/Article: [Ueber den Bau des Rückenmarkes der Rochen und der Haie. 435-442](#)