Ueber das Gewebe des Kopfknorpels der Cephalopoden.

Von

Max Fürbringer.

Mit 1 Holzschnitt.

Der Kopfknorpel (incl. Orbitalknorpel) der Cephalopoden ist bereits von einer grossen Reihe namhafter Forscher bezüglich seines histologischen Baues mehr oder minder eingehend untersucht worden [1]). Er setzt sich bekanntlich aus sternförmig verästelten Zellen zusammen, die durch eine verschiedengradig entwickelte, homogene oder streifige, Zwischensubstanz getrennt werden und die in dieser entweder isolirt liegen oder durch mehr oder weniger reich ausgebildete Anastomosen ihrer Fortsätze unter einander zusammenhängen;

---

[1]) Vergleiche:

Kölliker, A., Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. p. 76 und Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. Leipzig. 1867. p. 69.

Lebert, H. u. Robin, Ch., Kurze Notiz über allgemeine vergleichende Anatomie niederer Thiere. Müller's Archiv. Jahrgang 1846. pag. 130.

Bergmann, A., Disquisitiones, microscopicae de cartilaginibus in specie hyalinicis. Diss. inaug. Dorpati 1850. pag. 29. Fig. 6.

Queckett, Catalogue of the histological series in the Museum of the Royal College of Surg. 1850. vol. 1. pag. 102. pl. VI Fig. 1. (Mir nur durch Kölliker's und Ranvier's Citate bekannt.)

Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a. M. 1857. pag. 164.

Hensen, V., Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. XV. Leipzig 1865. pag. 159. Taf. XVII Fig. 61.

Boll, Fr., Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bonn 1869. Supplement pag. 14. Taf. I Fig. 6 u. 7.

Keller, Conrad, Beiträge zur feinern Anatomie der Cephalopoden. Inauguraldiss. St. Gallen 1874. pag. 3. Fig. 1.

Ranvier, L., Traité technique d'histologie. Paris 1875. pag. 288. Fig. 90.

die Angaben der Autoren weichen namentlich bezüglich des letzteren Punctes sehr von einander ab.

Angesichts dieser Differenzen und ausserdem angeregt durch die neueren Ergebnisse über den Bau des Knorpels der höheren Wirbelthiere erschien mir eine erneute Untersuchung des Cephalopodenknorpels nicht zwecklos. Zu diesem Behufe standen mir in Alkohol conservirte jüngere Exemplare von Sepia, Sepiola und Loligo zu Gebote, welche ich der Güte des Herrn Dr. G. von Koch in Darmstadt verdankte.

Eine oberflächliche Orientirung auf Querschnitten durch den ganzen Kopfknorpel ergibt, dass derselbe keineswegs in allen seinen Theilen gleichmässig gebaut ist, sondern dass, wie dies bereits Bergmann andeutet, an ihm periphere und centrale Schichten, welche beide allerdings allmälig in einander übergehen, unterschieden werden müssen. Die peripheren Schichten setzen sich zusammen aus spindelförmigen, linsenförmigen oder ovalen Zellen, welche bei der Untersuchung ohne Reagentien in der Regel isolirt, ohne Ausläufer oder mit nur kurzen Fortsätzen versehen, in der Grundsubstanz liegen, wobei sie mannigfache Theilungszustände darbieten können und nur selten zu kleineren Haufen von 2—4 Zellen vereinigt sind; die centralen Schichten bestehen aus meist ansehnlicheren rundlichen Zellen, welche in grösserer Anzahl zu inselförmigen Gruppen gehäuft sind und von hier aus nach allen Richtungen radial abgehende, lange und sich verästelnde Fortsätze abschicken, welche untereinander, sowohl mit denen derselben Zellengruppe als auch mit denen der benachbarten, anastomosiren. Die Zellen der letzteren Schichten sind es namentlich, welche die Aufmerksamkeit der Untersucher auf sich gelenkt haben und von den Neueren namentlich von Boll und Ranvier genau beschrieben und trefflich abgebildet worden sind, während die der ersteren, der peripheren, Schichten nur von wenigen Autoren, von Bergmann und Hensen[1], berücksichtigt wurden.

Gerade diese Zellen aber waren es, die mir von hervorragender Wichtigkeit erschienen. Eine einfache deductive Betrachtung, die sich an die anderweitig über die Entwicklung der Bindesubstanzen gemachten Beobachtungen anlehnte, legte nahe, dass diese einfachen

[1] Bergmann a. a. O. pag. 29 und Fig. 6 und Hensen a. a. O. pag. 159 und Fig. 61; vielleicht auch Boll a. a. O. Fig. 6 aus dem Kopfknorpel von Octopus. Bergmann und Boll erwähnen und bilden auch vereinzelt Anastomosen der Fortsätze dieser peripheren Zellen ab, Angaben, die ich bestätigen kann.

peripheren Zellen als die jüngeren Elemente des Cephalopodenknorpels zu betrachten seien, aus denen sich erst die viel complicirter gebauten centralen Zellgruppen herausdifferenzirten. Diese Annahme wurde durch die vergleichende ontogenetische Untersuchung bestätigt, indem bei ganz jungen Exemplaren von Loligo, an denen noch Reste des Dottersackes persistirten, der Kopfknorpel durchweg aus Zellen zusammengesetzt war, die denen der peripheren Schicht glichen. Waren die ursprünglichen einfachen Beziehungen dieser letzteren erkannt, so konnte es keine Schwierigkeit bereiten, die höheren Differenzirungszustände der centralen zu verstehen.

Oben erwähnte ich, dass die Zellen der peripheren Schichten ohne Anwendung besonderer Reagentien entweder gar keine Ausläufer zeigen, so dass sie sich von dem gewöhnlichen hyalinen Knorpel nicht unterscheiden, oder dass sie nur kurze und einfache Fortzätze ausschicken, welche in der Regel nicht unter einander zusammenhängen und nur ausnahmsweise vereinzelte Anastomosen mit denen der benachbarten Zellen eingehen: hinzuzufügen bleibt noch, dass diese Fortsätze, wenn überhaupt vorhanden, nie mit grosser Deutlichkeit aus der homogenen Zwischensubstanz sich hervorheben.

Etwas anders wird das Bild unter Einwirkung von Silber und Osmium[1], in dem die Fortsätze schärfer hervortreten und nicht allein an Länge und Zahl zunehmen, sondern auch an ihren peripheren Enden vereinzelte Verästelungen zeigen. Eine Vermehrung der Anastomosen wurde indessen gar nicht oder nur als eine geringgradige beobachtet. Der Gewinn durch die, anderweitig mit grossem Erfolge geübte, Imprägnationsmethode war also für den vorliegenden Fall, wo es sich auch nur um Spiritusexemplar handelt, kein grosser.

Es galt deshalb, um über die Verhältnisse der Fortsätze ganz ins Klare zu kommen, andere technische Methoden aufzufinden, wobei namentlich nach dem Gesichtspunct zu verfahren war, unter möglichster Schonung des Gewebes die Zwischensubstanz einer chemisch-physikalischen Behandlung zu unterwerfen, durch welche auf die in ihr zu einem gleichen Brechungszustande vereinigten verschiedenen geweblichen Componenten eine möglichst verschiedenartige Einwirkung ausgeübt werden konnte. Hierbei war in erster Reihe an die Anwendung von Reagentien zu denken, mit deren Hülfe

[1] Die Imprägnation wurde in der üblichen Weise vorgenommen und zwar unter Einwirkung von möglichst schwachen Lösungen auf längere Zeit. Die Behandlung mit Gold ergab keine positiven Resultate, wahrscheinlich wegen des Conservationszustandes des Knorpels.

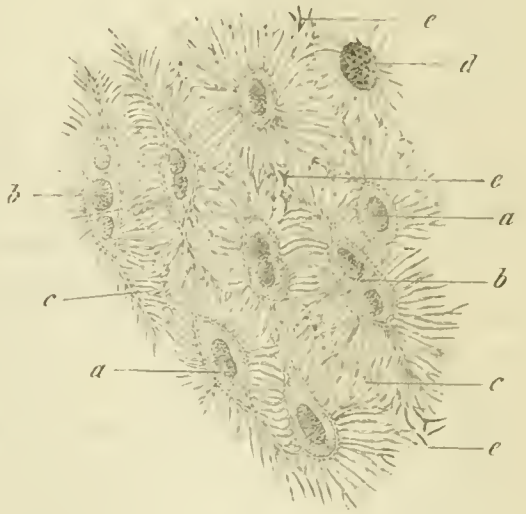
recht differente Färbungen, Fluorescenz und moleculare (emulsive) Trübung erzielt werde. Zu dem Zwecke empfehlen sich vor allem Andern Methylgrün[1], wasserlösliches Eosin und eine besondere Combination von wasserhaltigem Alkohol mit Nelkenöl und Canadabalsam. Nach verschiedenen Versuchen ergab sich eine technische Methode, die bei öfterer Wiederholung nie versagte. Dieselbe ist folgende. Die unter Alkohol geschnittenen Objecte kommen auf mehrere Minuten in Wasser, werden dann in der üblichen Weise mit Hämatoxylin gefärbt und hierauf wieder ausgewässert. Inzwischen ist eine gesättigte Lösung von wasserlöslichem Eosin und von Methylgrün, sowie ein Gefäss mit 35—50 % Alkohol bereit zu halten. Die blau gefärbten und ausgewässerten Schnitte werden nun der successiven Einwirkung dieser drei Reagentien unterworfen, derart, dass sie zuerst auf circa 1—2 Minuten in die Eosinlösung, hierauf ohne Weiteres auf circa 10—20 Minuten in die Methylgrünlösung eingetaucht und endlich ca. 3—5 Minuten lang in dem verdünnten Alkohol ausgewaschen werden. Noch nass kommen sie dann auf den Objectträger und werden hier mit Nelkenöl behandelt. Nach wenigen Secunden tritt die bekannte emulsive Trübung ein, um nach und nach, wenn das Nelkenöl das ganze Gewebe gleichmässig durchdrungen, zu verschwinden. Kurz vor Ablauf derselben ist das Bild des Knorpels am schönsten: die Grundsubstanz desselben und der Zellinhalt sind roth, die Zellkerne dunkelblau gefärbt. Schnelles Abtrocknen und Einlegen in sehr eingedickten Canadabalsam ermöglicht eine bleibende Conservirung des Präparates; wenigstens besitze ich noch einzelne Schnitte in Canadabalsam, die vor 10 Wochen angefertigt und unverändert geblieben sind.

Der auf diese Weise behandelte Knorpel gewährt ein überraschendes Aussehen, von dem der beigefügte Holzschnitt (Vergrösserung Hartnack Obj. VII., Ocular 2, ausgezogener Tubus) nur ein abgeschwächtes Bild darbietet.

Von den spindelförmigen oder ovalen Zellen, die bald einfach sind (*a*), bald mannigfache Theilungszustände (*b*) darbieten, geht ein reiches System regelmässiger Ausläufer (*c*) aus, die entweder

[1]) Das angewendete Methylgrün ist in verdünntem Alkohol löslich und wohl zu unterscheiden von dem gewöhnlichen wasserlöslichen Methylgrün. Es kommt im Handel unter dem Namen »Methylgrün oder Vert en cristaux« vor, wurde mir zuerst durch die Güte des Herrn Dr. E. Calberla mitgetheilt und ist in hohem Grade durch eine sehr differente Färbungsfähigkeit ausgezeichnet, so dass bei geeigneter Behandlung der Gewebe die Kerne, der Zellinhalt, die Zwischensubstanz nach ihren verschiedenen Nüancirungen in abweichendster Weise gefärbt werden können. Eine eingehendere Beschreibung dieser Eigenthümlichkeit wird Dr. Calberla noch geben und verweise ich deshalb auf dessen demnächst erscheinende Mittheilung.

ohne Weiteres mit denen der benachbarten Zellen anastomosiren oder erst einfache Verästelungen eingehen, worauf dann die secundären Aeste sich mit denen der Nachbarzellen verbinden. Die mehr peripheren (auf dem Bilde links gelegenen) spindelförmigen Zellen zeigen eine etwas grössere Anzahl von Ausläufern als die mehr centralen (rechts sich befindenden) ovalen Zellen; dahingegen sind die Fortsätze der letzteren etwas länger und bieten reichlichere Verästelungen dar, als die ersteren. Der Zellinhalt zeigt, in Folge der Einwirkung des Alkohols, die verschiedensten Beziehungen zu der Zwischensubstanz; meist ist er etwas von dieser (der Knorpelkapsel) unregelmässig zurückgezogen. An Schitten, bei denen der Zellinhalt aus der Knorpelkapsel herausgefallen ist (*d*), gewährt diese ein ausserordentlich zierliches poröses Aussehen, wobei die einzelnen Poren den Ausmündungen der Ausläufer, die also hohl sind, entsprechen. In einigen wenigen Fällen war der Zellinhalt z. Th. sternförmig resp. zackig von der Kapsel zurückgezogen, derart, dass es mir schien, als ob einzelne Zellinhaltsfortsätze in die Poren einträten. Indessen bin ich dieser Beobachtung nicht sicher, zweifle aber nicht, dass mit frischen Objecten unter vorsichtiger Alkoholeinwirkung solche Bilder mit Sicherheit zu erhalten sind[1].



a. Einfache Knorpelzellen. *b*. Knorpelzellen in Theilung. *c*. Knorpelcanälchen. *d*. Leere Knorpelkapsel mit Poren. *e*. Durchschnittene Knorpelcanälchen.

Das ganze eben beschriebene Bild zeigt, so weit das optische Verhalten in Frage kommt, viel mehr Uebereinstimmung mit dem Knochengewebe als mit dem des hyalinen Knorpels. Die Knorpelzellen entsprechen in Gestalt und sonstigem Verhalten den Knochenzellen, die von ihnen ausgehenden Fortsätze theilen sich und anastomosiren wie beim Knochengewebe, die Poren der

[1] Die Poren der Knorpelkapseln sind auch ohne besondere Reagentien zu sehen. Vorzüglichste Dienste zur Erkenntniss derselben leistete mir ausser der oben angegebenen Technik auch die Behandlung mit Indulin. Dieser neue Farbstoff, auf dessen Existenz ich durch Dr. Calberla aufmerksam gemacht wurde, ist leicht im Handel zu haben und dürfte für die mikroskopische Technik eine Zukunft haben, insofern er sich bei geeigneter Anwendung dem obsolet gewordenen Bleu de quinoléine in seinem differenten Verhalten zu Zellkern, Protoplasma und Zwischensubstanz sehr ähnlich verhält.

Knorpelkapseln zeigen die grösste Uebereinstimmung mit denen der Knochenkapseln und die von diesen ausgehenden Knorpelcanälchen[1]) sind den Knochencanälchen gleich zu achten. Es ist damit eine morphologische Uebereinstimmung zwischen Knorpelgewebe und Knochengewebe gegeben, wie sie kaum grösser gedacht werden kann und welche einen neuen Beitrag zur Lehre von der Zusammengehörigkeit der Bindesubstanzen liefert.

Das Verhalten der centralen Schichten des Kopfknorpels der Cephalopoden ist leicht von dem der peripheren abzuleiten. Durch interstitielles Wachsthum haben sich die Zellen vergrössert und sind zugleich Theilungen eingegangen, wodurch die gruppenförmige Anordnung bedingt ist. Die Fortsätze sind ebenfalls verlängert und die bereits in den peripheren Schichten angedeuteten Verästelungen derselben haben sich zu einem hohen Grade der Ausbildung complicirt. Entsprechend dieser Ausdehnung der Zellen und ihrer Fortsätze musste sich die Anzahl derselben relativ vermindern, wie jeder mikroskopische Schnitt zeigt. Zu betonen ist, dass die bei Betrachtung des frischen, mit Reagentien nicht behandelten Objectes gewonnenen Bilder ebenfalls nicht das wirkliche Verhalten dieser Schichten erschöpfend wiedergeben; mit Hülfe der oben angewendeten Technik tritt zwischen den ohne Weiteres erkennbaren Fortsätzen eine, wenn schon beschränkte, Anzahl vorher nicht sichtbarer Ausläufer hervor, so namentlich solcher, welche centralwärts die einzelnen Zellen der inselförmigen Zellgruppen direct verbinden, Ausläufer, die von den Autoren bisher geläugnet wurden.

Weitere Folgerungen, namentlich hinsichtlich der ausgezeichneten Verwerthbarkeit des Cephalopodenknorpels für die Lehre vom interstitiellen (intra- und intercellulären) Wachsthum, übergehe ich hier, da die Ausführung derselben zu weit führen würde.

Die vergleichenden Beziehungen zu den als Enchondrom bekannten pathologischen Knorpelvermehrungen, deren übrigens schon von früheren Autoren Erwähnung gethan worden, seien hier nur kurz angedeutet. Ebenso sei nur hingewiesen auf die Vergleichungspuncte mit den neueren Arbeiten über den Knorpel der Wirbelthiere von Bubnoff, Heitzmann, O. Hertwig, Colomiatti, Tillmanns, L. Löwe, Henocque, Petrone, Baber, Ewald und Kühne, Thin u. A., welche unter Anwendung der verschiedensten technischen Methoden die Erkenntniss des hyalinen Knorpels und seine Beziehungen zu den übrigen Bindesubstanzen wesentlich gefördert haben; besonders hervorheben möchte ich indessen die Aehnlichkeit der von Heitzmann und Petrone gewonnenen Ergebnisse über den Knorpel der Vertebraten mit den hier am Knorpel der Cephalopoden erzielten Resultaten.

---

[1]) Die Bezeichnung »Knorpelcanälchen« ist allerdings geeignet, bei unvorsichtigem Gebrauche Verwechselungen mit den auch als »Knorpelcanäle«, bezeichneten Gefässcanälen des Knorpels bei Beginn der Verknöcherung herbeizuführen, war aber bei Aufrechterhaltung einer homologen Nomenklatur für Knochen und Knorpel nicht zu vermeiden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Fürbringer Max

Artikel/Article: Ueber das Gewebe des Kopfknorpels der Cephalopoden 453-458