

Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformiert werden?

(Histologisches und Histogenetisches.)

Von Dr. **Stefan Apáthy**,

Privatdozent in Budapest.

In den Jahren 1885 und 1886¹⁾ habe ich in zwei Abhandlungen eine neue Auffassung der Histologie des Nervensystems mit Zugrundelegung einer Parallele in der Struktur und in der Histogenese von glatten Muskelfasern und Nervenfasern veröffentlicht. Ein Auszug der Abhandlung von 1885 der „Studien über die Histologie der Najaden“ ist in diesem Blatte im Jahre 1887 erschienen. Als eine nötige Konsequenz involvierte meine Auffassung, dass der Axenzylinder als ein der Länge nach kontinuierlicher Schlauch zu betrachten sei, welcher eine mehr oder weniger geschlossene, immerhin aber sehr permeable Wand und einen protoplasmatischen, von Zellsaft gelockerten Inhalt besitzt. Ähnliches ist das wesentlichste der von Schiefferdecker im J. 1887 veröffentlichten Resultate über den Bau des Axenzylinders und der marklosen Nervenfasern. Dies ist aber nur ein Teil meiner Anschauung, im weitem weicht sie von allen bisher veröffentlichten ab, und ich glaube, sie könnte eine einheitliche Grundlage zur Beurteilung der mannigfaltigen Strukturverhältnisse und zur Vergleichung der verschiedenen Nervengewebe liefern.

Meine Mitteilung wurde aber, obwohl sie keineswegs eine bloß vorläufige, sondern der Auszug einer schon fertigen, erschienenen Arbeit war, bisher gar nicht berücksichtigt. Damals stützte ich mich auf Untersuchungen über die betreffenden Gewebe einerseits von erwachsenen und embryonalen Wirbeltieren sowie auch pathologischen Gebilden bei denselben, anderseits von Mollusken, namentlich der Teichmuschel. Seitdem habe ich meine Untersuchungen außer bei den genannten Tieren auch bei andern Mollusken, namentlich bei *Aplysia*, bei verschiedenen Arthropoden, hauptsächlich bei den marinen Crustaceen (*Palinurus*, *Palaemon*, *Penaeus*, *Squilla* etc.) und bei Würmern, in erster Linie bei den Hirudineen, welche mir auch in die Histogenese des Nervensystems einen nähern Einblick gewährten, kontrolliert und erweitert.

In neuerer Zeit sind Anschauungen zur Geltung gekommen, resp. alte aufgefrischt worden, welche, auf die Nervenlehre angewandt, einer im Sinne moderner Biologie fortschreitenden Zellenlehre gar nicht entsprechen. Ich meine die Leydig'sche Hyaloplasmatheorie

1) Studien über die Histologie an Najaden (Ungarisch). Mathematisch-naturw. Abhandl. k. Akad. d. Wissensch. zu Budapest. Vermehrung und Regeneration der glatten Muskulatur. Ebend. Auszug deutsch in: Mathem.-naturw. Berichte aus Ungarn.

und die Anwendung, welche diese durch Nansen für die Histologie des Nervensystems gefunden hat. Diesen gegenüber glaube ich wenigstens das Prinzip der alten Lehre von Max Schultze über die Nervenleitung mittels Primitivfibrillen ganz entschieden verteidigen zu müssen, denn hätte diese Lehre, welche anfangs so zu sagen über gar keine thatsächlichen Befunde zu ihrer Unterstützung verfügen konnte, auch heute nicht jene vielfache Bestätigung durch Beobachtungen verschiedener Forscher erfahren, so liegen auch für die Leydig-Nansen'sche Auffassung gar keine anders nicht zu deutende Beweisgründe vor, und die erstere hat über die letztere den immensen Vorteil, dass sie den Thatsachen, welche uns die Muskel- und Nervenphysiologie so triumphierend als elektrische Erscheinungen dargelegt hat, nicht nur nicht widerspricht, sondern diese auf die ungezwungenste Weise auch zu erklären hilft. Freilich scheinen andererseits gewisse hauptsächlich in neuerer Zeit rasch nacheinander gefolgte histologischen Angaben, ja sogar die neuere Richtung in der Wirbeltierembryologie die Fibrillentheorie in Miskredit zu bringen, andere und triftigere Gründe thun dies aber mit der Hyaloplasmatheorie ebenfalls.

Nun steht die Sache nach meiner Ueberzeugung so, dass, wenn man die Parallele, welche ich zwischen Muskelfaser und Nervenfaser aufgestellt habe, vergleichend durchführt, man alle, wenn auch scheinbar noch so kontroverse, aber aufrichtige Beobachtungen der verschiedenen Forscher sowohl mit einander als auch mit einer modernen Zellenlehre versöhnen kann. Der größte Teil jener Untersuchungen hat etwas in der That Vorhandenes aufgedeckt, aber nur einen Bruchteil des Vorhandenen und oft, ohne sich von den Umständen des Vorhandenseins Rechenschaft zu geben.

Im Folgenden werde ich meine Auffassung, und zwar diesmal mit allen ihren Konsequenzen, von neuem darlegen, und dann, mehr zur Illüstrierung als zum eingehenderen Begründen des Gesagten, einige aus der Reihe meiner Beobachtungen auswählen, vorläufig mehr die histologische als die histogenetische Seite der Frage berücksichtigend. In der letztern Richtung müssen meine Untersuchungen erst auch auf andere Tiergruppen, als auf Hirudineen ausgedehnt werden. Die anzuführenden Beobachtungen habe ich wohl, zum teil wenigstens, zuerst gemacht; von den übrigen fehlt mir momentan sowohl Zeit als auch Gelegenheit nachzusehen, ob sie vor mir auch von andern gemacht worden sind. Diese meine Mitteilung will die Prioritätsrechte von Niemandem verletzen; wäre es mir ja am liebsten, wenn ich zur Stütze meiner Auffassung lauter allbekannte und wohlbegründete Thatsachen anführen könnte. So beabsichtigt diese meine Schrift nichts weiter, als auf eine Möglichkeit, wie unsere Kenntnisse über das Nervensystem doch einheitlich geordnet werden könnten, hinzudeuten.

Die glatten Muskelfasern sind, sowohl was ihre Größe, ihre Form und Gliederung, als auch was die Anordnung und die relative Menge ihrer Bestandteile betrifft, sehr variable Gebilde; und zwar bezieht sich diese Verschiedenheit nicht nur auf Muskelfasern verschiedener Tiergruppen oder Tiere, sondern auch auf die Muskeln verschiedener Organe, ja sogar desselben Organs eines Tieres, je nach der Lage in dem Organe resp. dem physiologischen Zustande desselben. Doch lässt sich ein Typus der glatten Muskelfaser aufstellen, welcher der Beschaffenheit der eben entwickelten glatten Muskelfasern embryonaler Gewebe am nächsten kommt, sich aber auch beim erwachsenen Tiere sehr häufig findet, und von welchem alle übrigen Formen mit Leichtigkeit abzuleiten sind.

Die typische Muskelfaser ist eine spindelförmige Zelle mit von Zellsaft sehr gelockertem Protoplasma und einer beträchtlichen Menge eines andern intrazellulären Protoplasmaproduktes, der kontraktiven Substanz. Der protoplasmatische Teil und die kontraktive Substanz sondern sich in der Zelle in der Weise, dass ersterer die Axe, letzterer die Rinde der Spindel bildet. Der protoplasmatische Teil beherbergt den Zellkern und enthält den leichtflüssigen Zellsaft, das Hyaloplasma von Leydig, so wie ein Schwamm das eingesogene Wasser. Der Rindenteil besteht aus feinen Fasern, Primitivfibrillen, welche durch die ganze Länge der Zelle ununterbrochen mit einander parallel verlaufen, und aus der interfibrillären Substanz, welche die Primitivfibrillen mit einander verkittet, eine zähe, gallertige Konsistenz besitzt, sehr quellungsfähig, aber in Wasser unlöslich und von dem Zellsaft des protoplasmatischen Teiles wohl zu unterscheiden ist. Die ganze Muskelspindel ist nicht selten von einem strukturlosen Häutchen, welche der Zellmembran entspricht, eng umgeben.

Das eigentlich Lebende der Muskelfaser, was alle Lebensfunktionen *sui generis* verrichtet, ist das um den Kern herum meist dichter aufgehäufte, im übrigen aber schwammartig verteilte Element des protoplasmatischen Teiles, das Protoplasma der Zelle im alten Sinne. Dieses hat alle übrigen Teile der Faser produziert, dieses vermehrt und rekonstruiert sie während des ganzen Lebens, und dieses ist es endlich, welches den durch Nervenleitung hingeführten Reiz vermittelnd, die kontraktive Substanz zur Funktion bringt. Letztere, die Verkürzung der Primitivfibrillen, scheint mir mit Zugrundeliegung der Engelmann'schen Inotagmentheorie auf rein physikalischem Wege erklärlich zu sein. Andererseits ist der Zellsaft der Muskelfaser eine dünne Eiweißlösung, welche, indem sie durch das Protoplasma passiert ist, ein eigentümlich labiles Molekulargefüge bekommen hat und sowohl zur weitem Nahrung des Protoplasmas,

als auch zur Vermittlung der Einflüsse des letztern auf den kortikalen Teil der Faser dient¹⁾.

Dass die spezifische Funktion der Muskelfaser, die Kontraktion, nicht durch den axialen Teil, weder durch das Protoplasma noch durch den Zellsaft, das eine Hyaloplasma von Leydig, verrichtet wird, geht — wenn darüber überhaupt ein Zweifel herrschen sollte — schon daraus hervor, dass bei vielen, grade eine sehr bedeutende Arbeit verrichtenden Fasern der dem axialen entsprechende Teil verhältnismäßig sehr gering ist. Aber auch der für die Muskelthätigkeit übrig bleibende kortikale Teil besteht aus zwei Bestandteilen. Sind nun die Primitivfibrillen oder die interfibrilläre Substanz, auch ein Hyaloplasma von Leydig²⁾, als das wesentlichere aufzufassen? Betrachten wir die Kontraktion als eine physikalische Erscheinung und bedenken wir, dass die ganze Arbeit der Muskelfaser eine mechanische

1) Engelmann's Idee ist, dass die Verkürzung der kontraktilen Fibrille dadurch hervorgerufen wird, dass die nach einander gereihten Inotagmen durch Quellung ihre Form verändern, kürzer und dabei dicker werden. Nun stelle ich mir, mich der Hypothese Engelmann's anschließend, die Vermittlung des Nerveneinflusses in der Muskelfaser folgendermaßen vor. Die chemische Beschaffenheit des Zellsaftes zwischen den Maschen des erregten Protoplasmas wird verändert; die interfibrilläre Substanz zieht vom Zellsaft Wasser an, was sie bei der chemischen Beschaffenheit des letztern im Ruhezustande nicht so energisch thun konnte; die Inotagmen quellen wieder ihrerseits, weil das Medium, in welchem sie sich befinden, die interfibrilläre Substanz, mehr Wasser als im Ruhezustande enthält d. h. auch gequollen ist. Wie nun umgekehrt der Ruhezustand durch Wasserentziehung aus der interfibrillären Substanz resp. aus den Inotagmen von Seiten des in die ursprüngliche chemische Beschaffenheit zurückgekehrten Zellsaftes hergestellt werden kann, lässt sich leicht vorstellen.

Auch die Protoplasmaprodukte, welche zur Vermehrung, resp. zum Wachstum der übrigen Faserbestandteile dienen, passieren wahrscheinlich den Zellsaft, indem sie sich, aus dem Protoplasma gleichsam ausgelaut, in jenem vorerst in gelöstem Zustande befinden und nur dann von den betreffenden, schon geformten Zellprodukten weiter intussuszipiert werden.

2) Ich finde zwischen dem alten Zellsaft der tierischen und pflanzlichen Zellen und dem, was Leydig meistens als Hyaloplasma bezeichnet, gar keinen Unterschied. Er macht aber seinerseits auch zwischen dem Zellsaft der Muskelfaser und der interfibrillären Substanz gar keinen Unterschied, er bezeichnet beide als Hyaloplasma, obwohl sie, sowohl in ihren physikalischen als auch in ihren chemischen Eigenschaften, von einander sehr verschieden sind. Auf welches sich aber auch der Name Hyaloplasma beziehen möge, so sehe ich doch gar keinen Grund, warum man eben diesem und nicht dem Spongioplasma Leydig's, besser [dem Protoplasma im alten Sinn, dasselbe von dem Zellsaft wohl unterscheidend, die speziellen Lebensfunktionen zuschreiben soll. Man sieht ja sowohl an Pflanzenzellen als auch an einzelligen tierischen Organismen, dass sich die Lebenserscheinungen nicht in dem Zellsaft, sondern im Protoplasma vollziehen. Warum sollte dies bei den Zellen höherer Organismen grade umgekehrt sein?

ist, so sprechen sowohl Beschaffenheit und Anordnung als auch gewisse während der Funktion auftretende Veränderungen ganz entschieden für die Fibrillen. Ich kann übrigens diese Frage gegenwärtig dahingestellt sein lassen und will nur darauf aufmerksam machen, dass die Kontraktion der Fibrillen keineswegs auf ihrer Elastizität beruhen kann. Die Muskelfasern besitzen an und für sich überhaupt eine sehr geringe Elastizität; die größere hat von ihren möglichen Bestandteilen noch die Cuticula, die geringste die Primitivfibrillen selbst. Beinahe alle jene Erscheinungen, welche durch die Elastizität der Muskelfasern bedingt zu sein scheinen, sind es durch das interstitielle Bindegewebe, in welches die Fasern eingebettet sind.

Die kontraktile Substanz zeigt hauptsächlich auf frischen oder ungefärbten Glycerinpräparaten, falls diese nicht sehr alt sind, wenn man die Faser vertikal auf ihre Längsaxe betrachtet, eine starke Doppelbrechung; Querschnitte dagegen zeigen gar keine. Ja sogar wenn die von der Länge betrachtete Muskelfaser einen welligen Verlauf oder Einknickungen hat, so ist bei gekreuzten Nicols das helle Weiße der Faser von dunkeln Querbändern unterbrochen. Die doppelte Lichtbrechung ist, wie bekannt, bloß die Eigenschaft der Primitivfibrillen; die interfibrilläre Substanz bricht das Licht einfach. (Beweis für die Existenz der Primitivfibrillen im lebenden Zustand.)

Fassen wir nun nach diesen allgemein giltigen Erörterungen die Verschiedenheiten, welche uns die Muskelfasern darbieten können, ins Auge. Ich werde versuchen diese nach meinen Beobachtungen mit Beispielen zu illustrieren.

Größe und Dimensionen der glatten Muskelfasern. Die kleinsten Muskelfasern im erwachsenen Körper fand ich bei Wirbeltieren, namentlich bei Säugetieren. Sie befanden sich in der Haut und in der Wand der kleinern Blutgefäße; ihre Länge beträgt 15—20 μ , ihre Breite den 10. Teil der Länge. Bei denselben Tieren, beim Menschen z. B., können aber auch 20 mal so große glatte Muskelfasern vorkommen. Dies ist der Fall im schwangeren Uterus. Die größten Muskelfasern traf ich bei Lamellibranchiern und bei Hirudineen; dort in dem Schließmuskel, hier in der Längsmuskulatur des Körpers und in der Quermuskelschichte des Darmes. Ich habe aus dem Schließmuskel mehrerer Bivalven mehrere Millimeter lange glatte Fasern isoliert; auf Flächenpräparaten aus der ausgebreiteten Wand des Darmsackes von *Pontobdella* habe ich einzelne Fasern der Quermuskulatur, welche also einer Zelle entsprechen, unverstelt bis zu einer Länge von 15 mm, mit den Endästen bis zu 20 mm verfolgen können, mit einer Breite von 150—200 μ . Anderseits finden sich auch bei *Pontobdella* Fasern, welche nicht größer als jene genannten der Wirbeltiere sind.

Form, Gliederung und Verlauf. Drehrund spindelförmige, bandartig abgeplattete, fadenförmig dünne, ein kurzes Oval bildende dicke, sternförmige etc. Muskelfasern sind bei den verschiedenen Tierklassen allgemein bekannt. Eine reiche Auswahl der in verschiedenster Weise geformter Muskelelemente, welche aber embryonal alle einfache Spindelzellen, seltner Sternzellen waren, bietet uns jede Egelart, namentlich aber *Pontobdella* und *Clepsine*. — Was die Form des Querschnittes betrifft, so ist in dieser Hinsicht einerseits vom Kreise bis zu dem langgezogenen Oval, zur Stäbchenform, anderseits vom Dreieck bis zur Rosettenform mit tiefen Einkerbungen und zu den in der bizarrsten Weise verzweigten und gegliederten Figuren jeder Uebergang, zum Beispiel ebenfalls bei den Hirudineen, vorhanden. Die allereigentümlichsten, kaum beschreibbaren Formen zeigen im Querschnitt die kolossalen Elemente der Längsmuskulatur von *Branchellion*. Man sieht gelegentlich zum Querschnitt einer und derselben Muskelzelle (Muskelröhre) mehrere Sternformen in der Weise mit einander kombiniert, dass die einzelnen Sterne mit verschieden geformten, gelappten und verzweigten Armen in wechselnder Zahl mit einander bloß durch schmale Brücken zusammenhängen. Verfolgt man die Querschnitte solcher Muskelfasern, welche sich meist von einem Ende des Somits bis zu dem andern ziehen, in der Serie gegen die Mitte der Faser, also gegen den Kern zu, so sieht man, dass die beschriebene Form sich immer mehr vereinfacht und schließlich in den Querschnitten, wo sich der Kern befindet, in eine verhältnismäßig einfache, mehr oder weniger gelappte Rosetten- oder Sternform übergeht. Ebenfalls einfacher wird der Querschnitt gegen die Enden der Muskelfaser, wo den Endästen entsprechend, mehrere einfachere Formen an die Stellen der einen, komplizierteren treten. Die eben besprochenen Muskelfasern erleiden aber, wie die Elemente der Längsmuskulatur überhaupt, an ihren Enden nur wenig Verästelungen. In Querschnitt ähnlich gestaltet, aber sehr verästelt sind gewisse Muskelreihen, welche bei *Pontobdella* in dem losen Bindegewebe zwischen Darm und Längsmuskulatur in verschiedenen Richtungen verlaufen. Macht man von solchen in der Nähe ihres Endes Schnitte, so trifft man eine ganze Gruppe, gelegentlich ziemlich eng zusammengepackter Querschnittformen, welche, wenn man sie in der Serie nicht verfolgt, eine Gruppe besonderer Muskelfasern vortäuschen können. —

Die genannten Muskelfasern von *Branchellion* sind in jugendlichem Zustande einfach langgestreckte Spindelzellen resp. ziemlich weite Schläuche, mit dünner Wand, der kontraktilen Substanz. Im weitem Verlauf der Entwicklung, schon postembryonal, treten immer mehr Längsfalten der Wand des sich erweiternden Schlauches auf. Durch diese Faltungen, und nicht durch Verschmelzen mehrerer parallel verlaufender Zellen, entstehen die eigentümlichen Gliederungen des Querschnittes. Man kann sich nun leicht denken, wie ein solcher

Vorgang schließlich zur Abspaltung sekundärer Schläuche von dem primären führen könnte; in diesem Falle würde man ein mehr oder weniger eng zusammengepacktes Bündel solcher sekundärer Muskelschläuche vor sich haben, welche mit einander nur streckenweise oder gar nicht kommunizieren und alle einer ursprünglichen Muskelzelle entsprechen. Solche Bündel von sekundären Muskelschläuchen, welche also nicht durch Zellteilung entstanden sind, keine Kerne enthalten und mit einander nicht mehr kommunizieren, habe ich bisher nicht gefunden; in allen Fällen, wo ich solche anfangs zu finden glaubte, stellte es sich heraus, dass streckenweise noch eine direkte Verbindung zwischen dem plasmatischen Teile der abgespaltenen Schläuche und der den Kern beherbergenden ursprünglichen Muskelzelle vorhanden war.

Es scheint mir wahrscheinlich, dass die vielkernigen quergestreiften Muskelfasern der Arthropoden und der Wirbeltiere ihren Ursprung auch einer solchen Längsspaltung, mit welcher aber wahre Zellteilung Hand in Hand geht, verdanken. Die quergestreiften Muskelfasern der Mollusken (*Pecten* etc.) sind dagegen ebenso einkernig und entsprechen ebenso einer ungeteilten Zelle, wie alle glatten Muskelfasern. Es würde mir daher natürlicher erscheinen, die Muskelfasern in erster Linie nicht in glatte und quergestreifte, sondern in ein- und mehrzellige einzuteilen. Ob nun in letzterem Falle das Sarcolemma einer ursprünglichen Zellmembran, wie sie bei glatten Muskelfasern vorkommt, entspricht und die Zellteilung innerhalb dieser Membran als eine endogene zu betrachten sei, darüber erlaube ich mir vorläufig kein Urteil; es scheint mir jedoch, dass wenigstens in gewissen Fällen die Sache wirklich so steht.

Außer ihren Endästen, welche wieder mehrfach verzweigt oft in sehr lange und feine Ausläufer übergehen, können die glatten Muskelfasern vielfach auch Seitenäste, welche meistens dünn und lang sind, aussenden. Als Beispiel kann ich wieder am besten die Darmmuskeln von *Pontobdella* anführen, deren Ausläufer, durch welche sie mehrfach auch mit einander verbunden sind, als feine Faden im Bindegewebe sehr weit zu verfolgen sind, auch ihrerseits nach jeder Richtung Aeste abgeben, bis dass sie sich auf einzelne Primitivfibrillen aufgespalten haben, welche mit einem mehr oder weniger deutlichen Mantel von interfibrillärer Substanz umgeben sind. Solche feine Ausläufer der Muskelzellen sind gelegentlich sehr schwer und nur durch gelungene Goldreaktionen sicher von den feinen Nervenendästen, welche an die Muskeln herantreten, zu unterscheiden.

Lageverhältnisse und relative Menge der Bestandteile. Der protoplasmatische Teil nimmt, wie erwähnt, meistens die Mitte der Muskelfaser ein und bildet so wirklich die Axe derselben; in diesem Falle zieht er sich, zu einer schmalen, gekörneltten Linie verjüngt, wenn die Faser nicht verästelt ist, oft bis an die

äußersten Enden derselben. Verzweigt sich die Faser, so verzweigt sich dem entsprechend auch die protoplasmatische Axe, setzt sich aber in den feinern Zweigen nicht mehr fort; letztere bestehen also bloß aus kontraktile Substanz und bilden ein Bündel mit inter-fibrillärer Substanz verkitteter Primitivfibrillen. Sehr oft nimmt aber der protoplasmatische Teil nicht die Axe der Faser ein, sondern ist exzentrisch, resp. peripherisch gelagert. So kann die ganze Muskelfaser das Aussehen einer, aus kontraktile Substanz bestehenden, soliden Spindel haben, in welche der Kern mit dem umgebenden Protoplasma seitlich eingedrückt ist und, wenn keine Cuticula vorhanden ist, frei auf der Oberfläche der Faser liegt (Schließmuskel der Bivalven). Da aber zwischen diesen Fasern auch solche mit zentralem Protoplasma überall vorkommen und die embryonalen Fasern meistens in der letztern Weise beschaffen sind, so kann man die exzentrische Lage des protoplasmatischen Teiles als etwas sekundäres betrachten. Jedenfalls befindet sich aber die Hauptaxe des Protoplasmas, mit seltneren Ausnahmen, in der Mitte der Faserlänge.

Was nun die relative Menge des protoplasmatischen und des kontraktile Teils betrifft, so kann bald ersterer, bald letzterer überwiegen. Nicht selten bildet die Muskelzelle einen weiten, sehr dünnwandigen Schlauch, in welchem die kontraktile Substanz bloß eine ganz geringe kortikale Lage von einer Fibrillendicke bildet. Ein solcher Fall kann z. B. bei allen Hirudineen vorkommen; am öftesten begegnete ich ihm aber bei *Calliobdella*, einer marinen Ichthyobdellide. Andererseits bildet der Protoplasmateil beinahe ebenso oft bloß einen dünnen axialen Faden oder ein exzentrisches, längliches, nach den beiden Polen hin fadenförmig ausgezogenes Häufchen. Beide Fälle kommen hauptsächlich bei Wirbeltieren und bei Mollusken vor; ersterer ist aber mehr für die Wirbeltiere, letzterer mehr für die Mollusken charakteristisch.

Beschaffenheit des protoplasmatischen Teiles. Die Volumzunahme des axialen Teiles geht nicht gleichen Schrittes mit der Vermehrung des eigentlichen Protoplasmas vor; sie ist vielmehr in erster Linie durch den Zellsaft bedingt, und je geringer im allgemeinen der protoplasmatische Teil ist, um so größer ist die relative Menge des darin enthaltenen eigentlichen Protoplasmas.

Auch die Beschaffenheit des Kernes hängt von der relativen Menge des Zellsaftes ab. Ist diese groß, so erscheint auch der Kern groß, mit einer in seinem Wasserreichtume bedingten Größe, falls er nicht, eben durch eine zu große Quellung, sekundär teilweise aufgelöst, rückgebildet ist. Ein in der Weise verkrüppelter Kern charakterisiert die Fasern der Längsmuskulatur von *Clepsine* und besonders von *Nepheleis*. Bei der letztern ist der Kern oft gar nicht mehr aufzufinden; höchstens ist das Protoplasma an einer gewissen

Stelle stärker als sonst durch Kernfärbungsmittel tingierbar. Große und wasserreiche Kerne, wie sie bei den übrigen Hirudineen so charakteristisch vorkommen, besitzen meistens eine kurze Oval- oder Kugelform; sie besitzen ein deutliches, loses Kerngerüst, aber selten auffallendere Kernkörper. — Ist der protoplasmatische Teil der Muskelfaser gering, so ist auch der darin befindliche Kern verhältnismäßig klein, kompakter, daher stärker färbbar und meistens von der charakteristischen Stäbchen-, nicht selten gewundenen Fadenform. So geformte Kerne erreichen nur unter abnormen Verhältnissen durch Quellung eine beträchtlichere Größe. Sie charakterisieren die glatten Muskelfasern höherer Tiergruppen, namentlich von Säugetieren.

Der Kern befindet sich meistens, ungefähr die Mitte der Faserlänge bezeichnend, in der Mitte des Muskelprotoplasmas, welches sich um ihn herum verdichtet und körnchenreicher als anderswo ist. Doch gehört eine andere Lage des Kernes als die eben beschriebene auch nicht zu den Seltenheiten; im allgemeinen scheint aber die Masse der kontraktiven Substanz vor und hinter dem Kerne im Gleichgewicht zu sein.

Beschaffenheit der kontraktiven Substanz. Die Primitivfibrillen verlaufen, wie schon Engelmann nachgewiesen hat, innerhalb der Faser ununterbrochen und (den Kern umgehend) parallel mit einander und mit der Hauptaxe der Faser resp. des Fortsatzes, in dem sie sich befinden. Demgemäß kann erstens bei spindelförmigen, sich ohne Verästelung stark verjüngenden Fasern nicht jede Fibrille von einem Ende der Faser bis zu dem andern gelangen, kann aber zweitens auch die Gesamtzahl der Fibrillen der Ausläufer nicht größer sein, als an der dicksten Stelle des Faserrumpfes selbst. Der das Licht schwächer und einfach brechende Zwischenraum zwischen je zwei Primitivfibrillen ist immer schmaler als die Primitivfibrillen selbst, welche in derselben Faser alle gleich dick sind. Verschieden ist aber die Dicke der Fibrillen, wenn man sie bei verschiedenen Tierklassen vergleicht; die von Hirudineen, z. B. von *Pontobdella*, sind viel dicker als die der Wirbeltiere. Es scheint mir überhaupt, dass die Muskelprimitivfibrillen bei höhern Tieren ceteris paribus bedeutend dünner und schwerer erkenntlich als bei niedrigeren sind. Andererseits steht die Dicke der Primitivfibrillen mit der Größe der Muskelfaser selbst in gradem Verhältnisse, und das postembryonale Wachstum der kontraktiven Substanz einer Muskelfaser beruht lediglich nicht auf Vermehrung, sondern auf Verlängerung und Verdickung der Fibrillen, welche mit einer entsprechenden Vermehrung der interfibrillären Substanz pari passu vor sich geht.

Was nun die weitere Anordnung der Fibrillen in der kontraktiven Substanz betrifft, so liegen sie in dieser meistens gleichmäßig verteilt, gelegentlich aber, wie schon erwähnt, bloß einen einschichtigen Mantel um den protoplasmatischen Teil bildend. Eine

eigentümliche Anordnung findet man in den meisten Muskeln der Hirudineen. Hier ordnen sich die Fibrillen in radiär gestellte Lamellen, in welchen sie enger mit einander verkittet sind als die Entfernung je zweier Lamellen von einander. Daher kommt es, dass auf diametralen Längsschnitten die fibrilläre Struktur oft nicht zum Vorschein kommt, sondern der ganze kortikale Teil homogen erscheint; daher kommt es auch, dass auf Querschnitten meistens nur eine regelmäßige radiäre Streifung und nicht die den durchgeschnittenen Fibrillen entsprechende Punktierung zum Vorschein kommt. In solchen Fällen kann man sich bloß durch Maceration, wenn die Fibrillen gelockert und einzelne losgelöst werden, davon überzeugen, dass die kontraktile Substanz nicht aus radiär gelagerten dünnen Leisten zusammengesetzt ist.

Die interfibrilläre Substanz ist im ganzen und großen eine glashelle, etwas grünlich schimmernde, homogene Masse; gelegentlich enthält sie jedoch Partikelchen verschiedenster Natur in sich eingeschlossen, welche aber kaum irgend welche physiologische Bedeutung — eher eine pathologische — haben. (Pigmentkörnchen bei Hirudineen, Kalkteilchen bei Mollusken, minimale Fetttropfchen bei Wirbeltieren etc.) Die innere Fläche der interfibrillären Substanz, wo diese mit dem Zellsaft im axialen Teile der Faser in Berührung steht, bildet eine sehr dünne, etwas resistenterere Schichte, welche gelegentlich (bei Hirudineen) als eine Art Grenzmembran zwischen den beiden Hauptbestandteilen der Muskelfaser fungiert.

Eine ähnliche Grenzschichte ist nach außen hin bei den verschiedensten glatten Muskelfasern ziemlich gewöhnlich; ihr Vorhandensein ist aber mehr nur aus dem Verhalten der Oberfläche der Muskelfaser zu schließen, denn sie ist sehr schwer mit Bestimmtheit sichtbar zu machen. Jedenfalls muss sie von der eigentlichen Zellmembran der Muskelzelle, welche, wie schon erwähnt, oft auch vorhanden ist, ohne aber ein nötiges Attribut aller Muskelzellen irgend welcher Tieren zu sein, unterschieden werden.

Letztere ist ein strukturloses, sehr dünnes, aber äußerst zähes Häutchen, welches ziemlich elastisch und gegen die üblichen Macerierungen sehr widerstandsfähig ist. Am leichtesten sichtbar fand ich sie an den Quermuskeln der Darmwand von *Pontobdella*. Wenn man die abpräparierte Muskelschichte stark dehnt, so reißen mehrere Muskelfasern in der Weise, dass die Membran, welche dehnbarer als die kontraktile Substanz ist, unversehrt bleibt und als eine leere Hülle die retrahierten, von einander entfernten Rissenden letzterer verbindet. Fixiert man das Präparat in diesem gedehnten Zustande, so kann man die Muskeln mit Salpetersäure herausmacerieren und die Membran, da dieselbe dabei ihre Elastizität einbüßt und so die Rissenden der kontraktilen Substanz von einander entfernt bleiben, noch besser sichtbar machen.

Schließlich will ich hier noch das mikrochemische Verhalten einzelner Bestandteile der glatten Muskelfasern mit einigen Worten berühren.

Durch längeres Stehen in Glyzerin, durch Alkoholbehandlung, durch Macerieren in Salpetersäure büßen die Fibrillen ihre Doppelbrechung größtenteils ein; Essigsäure beeinträchtigt diese viel weniger. Ihren starken Glanz, ihre homogene Beschaffenheit erhalten sie jedoch immer, doch verlieren sie durch wasserentziehende Mittel ein beträchtliches von ihrer Dicke. Die interfibrilläre Substanz wird durch Alkohol fein gekörntelt; in starken Säuren quillt sie und wird schließlich ganz flüssig. Der Zellsaft im protoplasmatischen Teile bildet mit Alkohol ein amorphes Gerinnsel; das Protoplasma behält seine (oft spongiöse) Verteilung wie im Leben, koaguliert in situ und wird auffallender gekörntelt als im Leben.

Gegen Macerierungsmittel sind die Primitivfibrillen unter allen Bestandteilen, den Kern auch nicht ausgenommen, am resistantesten. Macerieren in Salpetersäure, längeres Verweilen in destilliertem Wasser und Quetschen auf dem Objektträger liefert isolierte, unversehrte Primitivfibrillen. Die Varikosität etc. der macerierten Muskelfasern ist allein der interfibrillären Substanz zuzuschreiben.

Bei jeder Goldbehandlung muss man drei verschiedene Seiten der Wirkung inbetracht ziehen: a) die wirkliche Tinktion, b) die Färbung durch Niederschläge von Gold, c) die Macerierung, resp. Quellung durch die Nachwirkung der Säuren, welche gebraucht werden müssen. Gelingen ist das Präparat nur dann, wenn die erste Seite bei weitem die überwiegende ist, obwohl uns auch die andern Seiten interessante Einblicke in die histologische Beschaffenheit der betreffenden Gebilde gestatten. Was nun erstens die Tinktion bei der Goldmethode betrifft, so bleibt der Zellsaft vollkommen ungefärbt, das Protoplasma sehr blass, bläulich, seine Körnelung sowie auch das Kerngerüst etwas dunkler, violett; am dunkelsten gefärbt, rötlich violett ist die interfibrilläre Substanz; die Primitivfibrillen sind ungefärbt. Ein feiner, rötlicher, bis schwarzer Niederschlag bildet sich in kleinerer oder größerer Menge in dem Zellsaft, wodurch der protoplasmatische Teil nicht selten als ein dunkler Axenfaden durch die ganze Faser zieht. In der interfibrillären Substanz dürfen sich keine Niederschläge bilden, wohl aber ist unvermeidlich, dass sich darin durch Blähung der Substanz kleine weiße Pünktchen bilden. Die interfibrilläre Substanz quillt überhaupt sehr und ist von der Faser streckenweise herauszuquetschen, wodurch die ungefärbten, glänzend homogenen Primitivfibrillen nur noch besser zu Gesicht kommen.

Auch Karmin und basische Anilinfarbstoffe färben die Fibrillen nicht, wohl aber die interfibrilläre Substanz. In den ersten

Minuten der Einwirkung von Pikrokarmin werden die Primitivfibrillen gelb, die interfibrilläre Substanz blass rosarot; später die ganze kontraktile Substanz orangerot. Ueberhaupt hat Pikrokarmin bloß in den ersten Minuten der Einwirkung eine wirklich differenzierende Eigenschaft.

Im Gegensatz zu den genannten Färbungsmitteln färbt Hämatoxylin mehr die Fibrillen; ebenso Osmiumsäure, wenn die Einwirkung nicht zu lange dauert und in der interfibrillären Substanz keine fettartigen Körnchen verteilt sind. Eine Färbung der Fibrillen par excellence gibt die Heidenhain'sche und meine Hämatoxylinmethode.

(Fortsetzung folgt.)

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsprotokolle der biologischen Sektion der Warschauer Naturforschergesellschaft¹⁾.

Sitzung vom 26. März (6. April) 1889.

Hoyer machte eine Mitteilung über die Struktur der Milz. Dieselbe bildete im wesentlichen eine Ergänzung zu seiner in der „Internationalen Monatsschrift für Anatomie und Physiologie“, 1887, Bd. IV, Heft 9 veröffentlichten Arbeit und zu seinem Artikel über die Milz in dem von Lawdowsky und Owsjannikow herausgegebenen histologischen Handbuche (St. Petersburg, 1887—1888, russisch). Veranlasst wurde die Mitteilung durch die in neuester Zeit erschienenen Arbeiten über die Milz von Sokoloff und Malinin (Virchow Archiv, Bd. 112, S. 209 und Bd. 115, S. 303) und insbesondere durch die von Lawdowsky dem vorerwähnten Artikel im histol. Handbuche beigefügten ausführlichen Anmerkungen. Sokoloff untersuchte vorzugsweise die Milz von Hund und Kaninchen ohne Injektion der Gefäße, nach einfacher Erhärtung in Müller'scher Flüssigkeit und Färbung der Schnitte mit Hämatoxylin resp. Alaunkarmin und Eosin, und glaubt an denselben den direkten Uebergang der arteriellen Kapillaren in die Venenanfänge nachgewiesen zu haben. Lawdowsky stützt seine Einwürfe gegen die von H. vertretenen Lakunarbahnen auf die Durchsicht von Präparaten, welche H. selbst angefertigt und an L. übersandt hat. Beiden Forschern gegenüber verharrt H. auf seiner in den oben angeführten Arbeiten vertretenen Ansicht. Seiner Ueberzeugung nach ist die so schwierige Frage der Blutbahnen in der Milz ohne Leitband der farbigen Injektionsmasse nicht zu lösen. Die von ihm empfohlenen Masse aus in ätherischen Oelen suspendiertem Berlinerblau erzeugt zwar auch Kunstprodukte in Gestalt von künstlich erweiterten röhren- oder beerenförmigen Lücken am kapillaren Ende der injizierten Arterien und Venen, aber hat man sich einmal mit dieser Erscheinung vertraut gemacht und gelernt, bei der Injektion den Austritt der Masse in die Maschenräume des adenoiden Gewebes auf das möglichst geringste Maß zu reduzieren, so liefert diese Methode die zuverlässigsten und anschaulichsten Präparate. Die Gefäßverteilung in der Milz lässt sich nicht an wenigen Schnitten sofort klar legen, sondern erfordert mindestens ein vergleichendes Studium der Repräsentanten verschiedener Säugetierklassen, und insbesondere eignen sich zur Feststellung

1) Originalbericht für das Biolog. Centralblatt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Apathy Stephan

Artikel/Article: [Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformiert werden? 527-538](#)