

WEITERES ZUR KENNTNIS DER STRUKTUR DES PROTOPLASMAS DER NERVENZELLEN.

Taf. XII.

Im 16. Bande dieser Serie wurde eine diese Frage berücksichtigende Mitteilung ¹⁾ veröffentlicht und einige Abbildungen hinzugefügt, welche meine hierauf bezüglichen Anschauungen teilweise illustrieren.

Zugleich wurde auch ein kurzer Überblick der Angaben und Ansichten anderer Forscher auf diesem Gebiete gegeben, so dass ich diesmal dies nicht zu wiederholen brauche, sondern nur auf jene frühere Mitteilung hinweise. Ich will deshalb hinsichtlich meiner eigenen Ergebnisse als Einleitung zu der hier unten folgenden Darstellung hier nur folgende Schlüsse anführen: »Aus der obigen Darstellung geht also hervor, dass ich, wie es schon längst besonders von FLEMMING, obwohl mit der damaligen Technik und Kenntnis vom feineren Baue des Nervensystems etwas unklar und schwankend, dargestellt wurde, in den Nervenzellen ein die Neurofibrillen und Nissl'schen Schollen und übrigen höher differenzierten Bildungen umschliessendes *Protoplasma* finde, welches aus einer hellen, scheinbar unstrukturierten *Grundsubstanz*, einem *Paramitom* im Sinne FLEMMING's, sowie aus in diese Substanz eingebetteten feinen, in moniliformer Anordnung Körnchen enthaltenden, meist gewundenen, hier und da verästelten, aber *nicht netzförmig* zusammenhängenden *Fäserchen*, einem *Mitom* im Sinne FLEMMING's, besteht. Eine schaumige oder wabige Beschaffenheit konnte ich in meinen Präparaten nie finden; ebenso sah ich nie eine wirklich »retikuläre Struktur«.

Seitdem habe ich diese Untersuchungen hin und wieder fortgesetzt, besonders mit der Aufgabe, eine Methode zu finden, nach welcher man das Protoplasmamitom und die Neurofibrillen zugleich färben und das Verhalten dieser Strukturelemente zu einander studieren könne. Dies ist mir aber noch nicht gelungen. Da indessen während dieser Untersuchungen viele schöne und erläuternde Präparate von verschiedenen Ganglienzellarten unter meine Augen kamen, kann ich nicht umhin; einige Abbildungen von solchen Präparaten hier mitzuteilen. Auf der Taf. XII habe ich diese Auswahl von Figuren zusammengestellt. Die Fig. 1 und 2 geben Partien von Vertikalschnitten des Kleinhirns des Kaninchens wieder. Die Fig. 3—9 rühren von Rückenmarksschnitten des Kaninchens her. Die Fig. 11—13 sind Abbildungen von Schnitten aus Spinalganglienzellen desselben Tieres. Fig. 14 stellt den Schnitt einer sympathischen Nervenzelle eines Frosches dar.

Ich fange nun mit den *Kleinhirn*-Präparaten des *Kaninchens* (erwachs.) an. Die Fig. 1 gibt die Grenzpartie zwischen der plexiformen (molekulären) Schicht und der Körnerschicht mit einer Purkinje'schen Zelle in der Längsansicht von einem im Carnoy'schen Gemisch fixierten, mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbten Präparat wieder, wobei ihr dichotomisch verzweigter, dicker Dendritenfortsatz nach oben (ausen) und links ansteigt, während unten (innen) der Axenzylinderfortsatz nicht deutlich hervortritt und seine Lage nur durch ein trichterförmiges Netzwerk, welches dem nicht scharf gefärbten, den Zellkörper der Purkinje'schen Zelle umgebenden Faserkorb entspricht, angegeben ist. Schon in meiner vorigen angeführten Mitteilung gab ich drei kleine Figuren von solchen Zellen

¹⁾ GUSTAF RETZIUS, *Zur Frage von der Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen*. Biologische Untersuchungen, N. F., B. XVI, 8, 1911.

(Fig. 24, 25 und 26 der Taf. XXIV) wieder, in denen einzelne körnige Mitomstrahlen zu sehen sind. In der Zelle, deren Abbildung in der Fig. 1 der Taf. XII hier geliefert wird, ist dies Mitomwerk noch viel schöner wahrzunehmen. Man kann es durch den ganzen Zellkörper als ein gekörntes, hier und da dichotomisch verästeltes Fadengeflecht verfolgen, wobei es unten (innen) weniger, am oberen (äusseren) Umfang des Kerns bedeutend mehr dicht erscheint; an diesem oberen Kernumfang bemerkt man auch den stark schwarz gefärbten Körnerhaufen, den man in diesen Zellen hier gewöhnlich findet. Das Mitomwerk setzt sich aber in den Dendritenfortsatz mit grösstenteils der Länge nach verlaufenden Fäden fort und lässt sich in solcher Weise oft weit hinaus in dessen Äste verfolgen. Ein schöneres Mitomwerk als in diesen grossen Nervenzellen ist, wenn Fixierung und Färbung gut gelungen sind, nicht oder nur selten, wie z. B. in gewissen Eiern, nachweisbar. Von den an diesen Zellfortsätzen aufsteigenden Kletterfasern sieht man zwar keine deutlichen Spuren; falls, wie hier, das Mikrotommesser durch den Zellkörper und den Fortsatz der Länge nach getroffen hat, können die genannten Fasern natürlich an den Zellflächen nicht zu sehen sein, aber auch an den Rändern der Zelle treten ihre Spuren nur schwach und undeutlich hervor. Dagegen sieht man in der umgebenden plexiformen Schicht eine Unzahl von schwarzgefärbten Punkten, welche den Querschnitten der feinen, einander parallel verlaufenden Fasern entsprechen, die bekanntlich die Fortsätze der Kornzellen sind; hier und da liegen diese »Punkte« dichter aneinander als an anderen Stellen, wo sie mehr als helle, punktfreie Ströme erscheinen.

In dieser plexiformen (»molekulären«) Schicht sieht man nun auch die zerstreuten Kerne der verschiedenen hier befindlichen Zellarten, nämlich ausser denen der feinen Blutgefässe (s. Fig. 1, oben rechts, wo der Querschnitt einer Blutkapillare sichtbar ist), noch die Kerne von Nervenzellen und Neurogliazellen (Bergmann'schen Zellen), die hier vorhanden sind. Zu den letzteren Zellen gehören die sechs kleineren, ovalen, dunkleren Kerne. Die übrigen, grösseren, helleren, teils rundlichen, teils auch mehr ovalen, welche entweder einzeln an verschiedenen Stellen der Schicht oder auch mehr dicht in der innersten Lage derselben sich befinden, sind Kerne der hier vorhandenen sternförmigen Nervenzellen (les cellules étoilées von CAJAL); die den letzteren angehörigen Zellkörper sind nur schwach sichtbar, ihre Fortsätze treten hier nicht im Zusammenhang mit ihnen hervor; nur einzelne horizontal verlaufende Fäden sind stückweise wahrnehmbar; die mehr oval gestalteten Kerne dieser Art, welche an der unteren (inneren) Grenze dieser Schicht liegen, gehören denjenigen Zellen an, welche als Korbzellen bezeichnet sind, indem ihre Fortsätze die bekannten Körbe der Purkinje'schen Zellen bilden.

In der nach unten (innen) davon gelegenen Körnerschicht bemerkt man in der Fig. 1 teils die rundlichen dunkleren Kerne der Kornzellen, teils eckige hellere Gebilde von undeutlich körniger Struktur; diese letzteren Gebilde, welche früher von einigen Autoren als degenerierende Kerne von Nervenzellen betrachtet wurden, sind, nachdem durch GOLGI und CAJAL u. a. die wahre Natur der Kornzellen und der anderen hier befindlichen Bildungen erforscht wurde, offenbar Knäuel von Nervenfasern und Zellfortsätzen verschiedener Art, in denen keine Kerne vorhanden sind. In dieser Schicht finden sich bekanntlich auch grössere Nervenzellen, u. a. die Golgi'schen Zellen in ihren etwas wechselnden Variationen; diese Zellen sind in der Fig. 1 nicht vertreten.

Um das Verhalten aller dieser Zellarten und speziell auch ihrer Kerne zu der Ehrlich-Biondifärbung zu prüfen, wurden Präparate von dem mit Carnoymischung fixierten Material des Kaninchenhirns damit gefärbt. Die Fig. 2 derselben Tafel stellt ein der Fig. 1 entsprechendes Stück eines Vertikalschnitts dar. In der plexiformen (»molekulären«) Schicht erkennt man eine Purkinje'sche Zelle mit violett gefärbtem Kern (und Kernkörperchen) und mit rot gefärbtem Mitom im Protoplasma des Zellkörpers und des Dendritausläufers; hier sieht man auch unten den rot gefärbten Axenzylinderfortsatz. An den Rändern der der Länge nach geschnittenen Zelle bemerkt man in dieser Figur rot gefärbte Fasern, welche offenbar den Korbfasern und den Kletterfasern entsprechen. In der plexiformen (»molekulären«) Schicht erkennt man in den Seitenpartien neben der Purkinje'schen Zelle die zahlreichen, hier rot gefärbten, punktförmigen Querschnitte der longitudinalen Zellausläufer der Kornzellen und einige andere der Länge nach getroffene Fadenzüge sowie mehrere zerstreute Kerne, teils in violetter, teils in grüner Färbung. Ausser den drei ringförmigen roten Kapillarquerschnitten, von denen zwei inwendig mit stark grünem Kern versehen sind, findet man hier acht violett gefärbte Kerne, von denen der obere (äussere) rundliche deutlich einer sternförmigen Nervenzelle angehört und die sieben unteren (inneren) als zu Korbzellen gehörend betrachtet werden dürfen. Die sechs kleinen ovalen, stark grünen Kerne sind aller Wahrscheinlichkeit nach Kerne von epithelialen Neurogliazellen (Bergmann'schen Zellen); ob aber die zwei übrigen grün gefärbten Kerne (mit rotem Nucleolus), welche auffallend grösser und auch rundlich sind, ebenfalls zu den Neurogliazellen oder, trotz ihrer abweichenden Färbung, zu den eigentlichen Nervenzellen gehören, liess sich nicht entscheiden.

In der *Körnerschicht* fand ich nun zu meiner Überraschung, dass *alle Kerne der Kornzellen* mit ihren Kernkörperchen sich intensiv *grün* färbten. Meiner Erfahrung nach färben sich ja sonst die Kerne *aller* echten Nervenzellen der Zentralorgane, nachdem sie die allerersten embryonalen Entwicklungsstufen durchgemacht haben, *nicht grün, sondern violett*, wie dies auch im Kleinhirn in den Kernen der Purkinje'schen und der Korbzellen der Fall ist. Dagegen färben sich die Kerne der *Neurogliazellen* regelmässig *grün*, auch im ausgebildeten Zustande. Deswegen war ich von Anfang an geneigt, die in der plexiformen Schicht hier oben beschriebenen und in Fig. 2 abgebildeten grösseren runden grünen Kerne (mit rotem Kernkörperchen) als zu Zellen der Neurogliagruppe gehörig anzusehen; nachdem ich mich aber überzeugt hatte, dass die Kerne der Kornzellen sich in Biondi grün färben, dachte ich mir als möglich, dass auch jene grünen Kerne der plexiformen Schicht Nervenzellen sein können. Es lässt sich nämlich kaum denken, dass die Kornzellen nicht echte Nervenzellen sind, sondern der Neurogliazellengruppe näher stehen, oder eine Art niedriger Nervenzellen ausmachen. Wenn man die oben schon betonte Tatsache bedenkt, dass die Kerne echter Nervenzellen der nervösen Zentralorgane der Wirbeltiere sich konstant mit der Biondi'schen Methode *violett* färben, so ist jedenfalls die Grünfärbung der Kornzellen des Kleinhirns auffallend und für die Bedeutung der Natur dieser Zellen wert zu berücksichtigen.

Die Fig. 1 und 2 sind bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 untersucht und dazu, um deutlicher gezeichnet werden zu können, in zweimaliger linearer Vergrösserung der Bilder wiedergegeben.

In den Räumen zwischen den grünen Kernen der Kornzellen sieht man teils eine grössere echte Nervenzelle mit grossem violetter Kern (und Kernkörperchen), rotem Zellkörper und roten Fortsätzen, welche Zelle offenbar als eine Art Golgi'scher Nervenzellen aufzufassen ist, teils erkennt man zerstreute, mehreckige, rote Klümpchen, welche den in Fig. 1 grau gefärbten Nervenfaserknäueln entsprechen, und schliesslich auch einige zerstreute, stark grün gefärbte kleine Kerne, welche wohl wahrscheinlich den hier befindlichen sternförmigen Neurogliazellen angehören. Ausserdem bemerkt man (links) den ringförmigen Querschnitt einer Blutkapillare, mit grünem, halbmondförmigem Kern.

Wenn ich nun zu den übrigen hier zu behandelnden Nervenzellen übergehe, beginne ich mit denen des *Rückenmarks*. In der vorigen Mitteilung (im 16. Bande dieser Serie) wurde dies Thema in Verbindung mit Abbildungen von zwei grösseren Zellen aus dem vorderen Horn des Kaninchenmarkes behandelt. Hier gebe ich nun noch eine solche Zelle aus dem vorderen Horn desselben Tieres, in Fig. 3 der Taf. XII, wieder, weil die Anordnung des gekörnten Mitoms sowohl in dem Zellkörper selbst als in den Dendritfortsätzen ausgezeichnet schön nachzuweisen war. Die grossen Tigroid- oder Nisslschollen lagen übrigens im Protoplasma sehr scharf abgegrenzt. Man konnte die Fäden des Mitoms mit ihren eingebetteten Körnern teilweise auf längere Strecken verfolgen und sah sie sich hier und da dichotomisch teilen, aber nur ein Geflecht, kein Netz bilden; in dem sich teilenden dendritischen Ausläufer ordneten sich diese Fäden, wie die Figur zeigt, der Länge nach. Ich bemühte mich nun auch die zwischen ihnen, sowohl im Ausläufer als im Zellkörper selbst vorhandenen Neurofibrillen zu entdecken; dies gelang aber hier, wie früher, nicht mit einiger Sicherheit. Als ich aber in der weissen Substanz solcher Präparate die Querschnitte der stärkeren, mit Myelinscheide versehenen Nervenfasern genauer untersuchte, fand ich in der stark gefärbten, nur wenig geschrumpften Substanz der Axenzylinder (Taf. XII, Fig. 5—8) zahlreiche helle, scharf begrenzte, runde Flecke und in der dunklen Substanz zwischen ihnen schwarze Körner, welche hier und da kleine fadenförmige Verbindungen darboten. Als ich dann Längsschnitte solcher Myelinfasern aufsuchte, fand ich (Fig. 9) in dem Axenzylinder deutliche längsverlaufende, hier und da schwach gebogene helle Strangfasern, welche von dunklen, Körnerfäden führenden Zwischenbalken voneinander getrennt waren. Die hellen Flecke der Querschnitte der Axenzylinder sind also Querschnitte von längsgehenden hellen Fäden, und die Zwischensubstanz entspricht einem mitomführenden Protoplasma der Axenzylinder. Die hellen längsgehenden Fäden können wohl nichts anderes sein, als die ungefärbten Neurofibrillen des Axenzylinders.

Die Fig. 3 und 5—9 sind bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Ok. 12 untersucht, aber noch dazu, um die Figuren deutlicher zeichnen zu können, 2 mal linear vergrössert.

In der Fig. 4 habe ich aber, ohne eine solche nochmalige lineare Vergrösserung, eine Nervenzelle aus dem Vorderhorn des Kaninchenrückenmarks nach Färbung im Biondigemisch mitgeteilt. Diese Zelle hat eine bipolare Gestalt und zeigte zwischen den roten Nisslschollen im Protoplasma helle, glänzende, z. T. gebogene Fäden, welche den Eindruck von ungefärbten Neurofibrillen machten; dagegen trat hier das Mitomwerk nicht hervor. Die Chromatinkörner und das Kernkörperchen hatten sich *rotviolett*, nicht grün, gefärbt. An der Aussenfläche des Zellkörpers sassen zahlreiche, rotgefärbte, dreieckig erscheinende Fussplättchen fest, zu denen je ein Fäserchen ging.

In dem umgebenden feinen Fadenwerke fanden sich grüngefärbte Kerne von Neurogliazellen und Blutkapillaren mit ebenfalls grünen Kernen (s. in der Fig. oben und unten!).

In den *Spinalganglien*, in denen FLEMMING schon vor längerer Zeit gekörnte feine Fäserchen im Zellkörperprotoplasma dargestellt hatte, von denen ich ebenfalls in der vorigen Mitteilung ein paar Abbildungen lieferte, habe ich diese Untersuchungen fortgesetzt und sehr erläuternde Präparate erhalten, welche auch im Carnoy'schen Gemisch fixiert und mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbt worden sind. In den Fig. 10—13 der Taf. XII sind einige solche Präparate von Spinalganglien des erwachsenen Kaninchens abgebildet worden, nämlich in Fig. 13 der Schnitt einer ganzen Ganglienzelle mit dem gekrümmt auslaufenden Axenzylinderfortsatz noch zusammen mit der Zelle in der eine Kapselzelle darbietenden Zellkapsel gelegen; in dem Zellkörperprotoplasma bemerkt man, wie dies gewöhnlich der Fall ist, eine innere, den Kern weit umgebende, dunkler gefärbte Partie und eine schmalere, äussere, hellere Randschicht. In der inneren dunkleren Partie liegen zahlreiche, kleine, schwarze Körnerhaufen, welche den Tigroid- oder Nisslkörpern entsprechen, und zwischen ihnen findet sich eine Menge mit Körnern versehener, schlingernder Mitomfäden, welche sich in die äussere, hellere Randschicht hinaus fortsetzen und bis zur Oberfläche der Zelle, welche hier die Kapsel beinahe ganz ausfüllt, reichen. Besonders in dieser hellen Aussenzone lassen sich diese Fäden ausserordentlich schön wahrnehmen und verfolgen. Auch an der Abgangsstelle des Zellausläufers, wo die Nisslschollen fehlen, lassen sich solche Fäden deutlich wahrnehmen, indem sie teils der Länge nach, teils auch schief durch das Protoplasma ziehen. In diesem Zellkörper bemerkt man aber noch in der Nähe mancher Nisslschollen helle Schlingen, die ich hier nicht anders deuten kann denn als ungefärbte Neurofibrillen, weil man sie stückweise perspektivisch beim Heben und Senken des Tubus zu verfolgen vermag und weil sie den charakteristischen Glanz solcher Fibrillen darbieten; bekanntlich nehmen ja auch in diesen Zellen die Neurofibrillen einen solchen schlingernden Verlauf.

Die Fig. 10 stellt ebenfalls einen Schnitt einer ganzen Spinalganglienzelle, aber nur in etwas kleinerer Vergrößerung dar, so dass die Einzelheiten der Struktur nicht so scharf dargestellt werden konnten, nämlich bei Zeiss' Apochr. 2 mm., Ap. 1,30, Komp. Ok. 12, während die Fig. 13, wie auch die Fig. 11 und 12, noch dazu in doppelter linearer Vergrößerung wiedergegeben sind. In diesen letzteren, Fig. 11 und 12, in denen nur Partien von Zellschnitten, und zwar in der Fig. 11 von der Nähe der Zelloberfläche, in der Fig. 12 durch die Zellmitte, vorliegen, findet man, dass die Mitomfäden in der Randschicht ausgezeichnet schön und klar auf lange Strecken zu verfolgen sind.

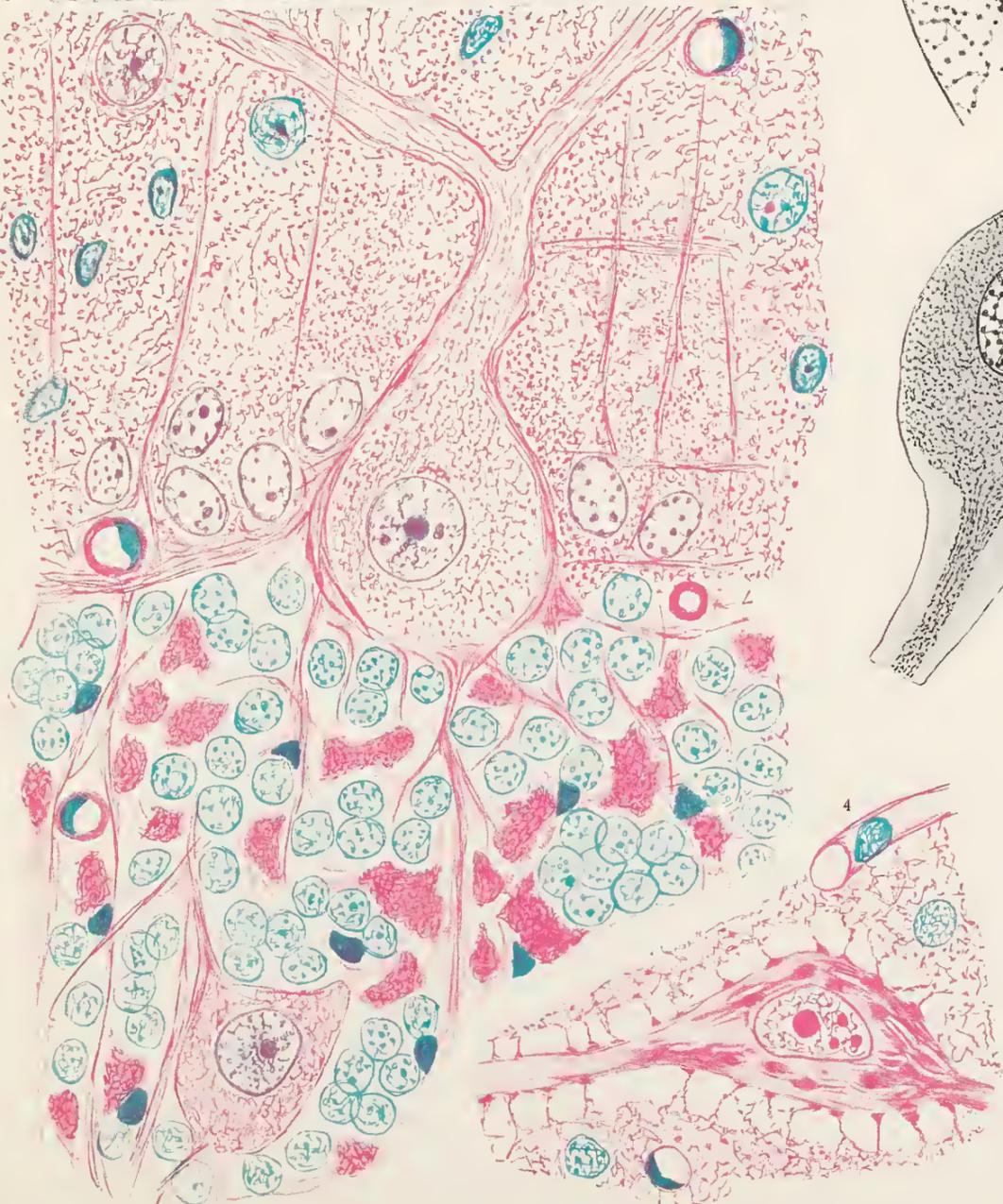
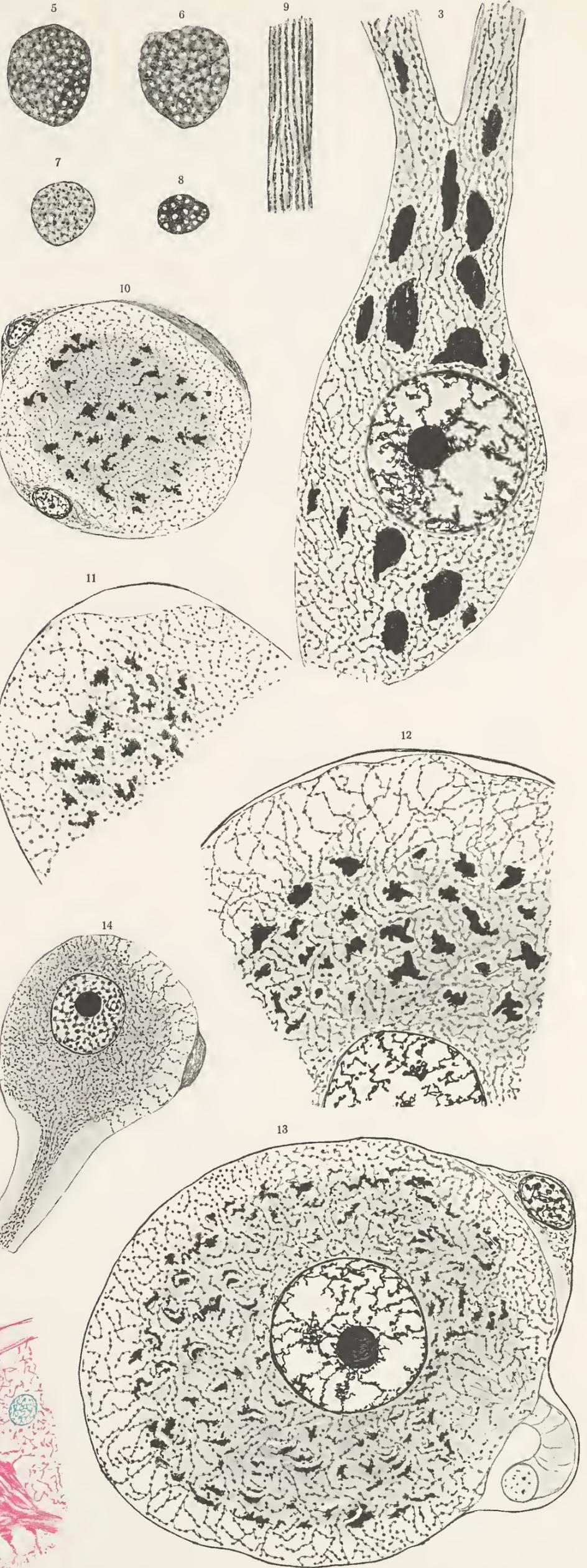
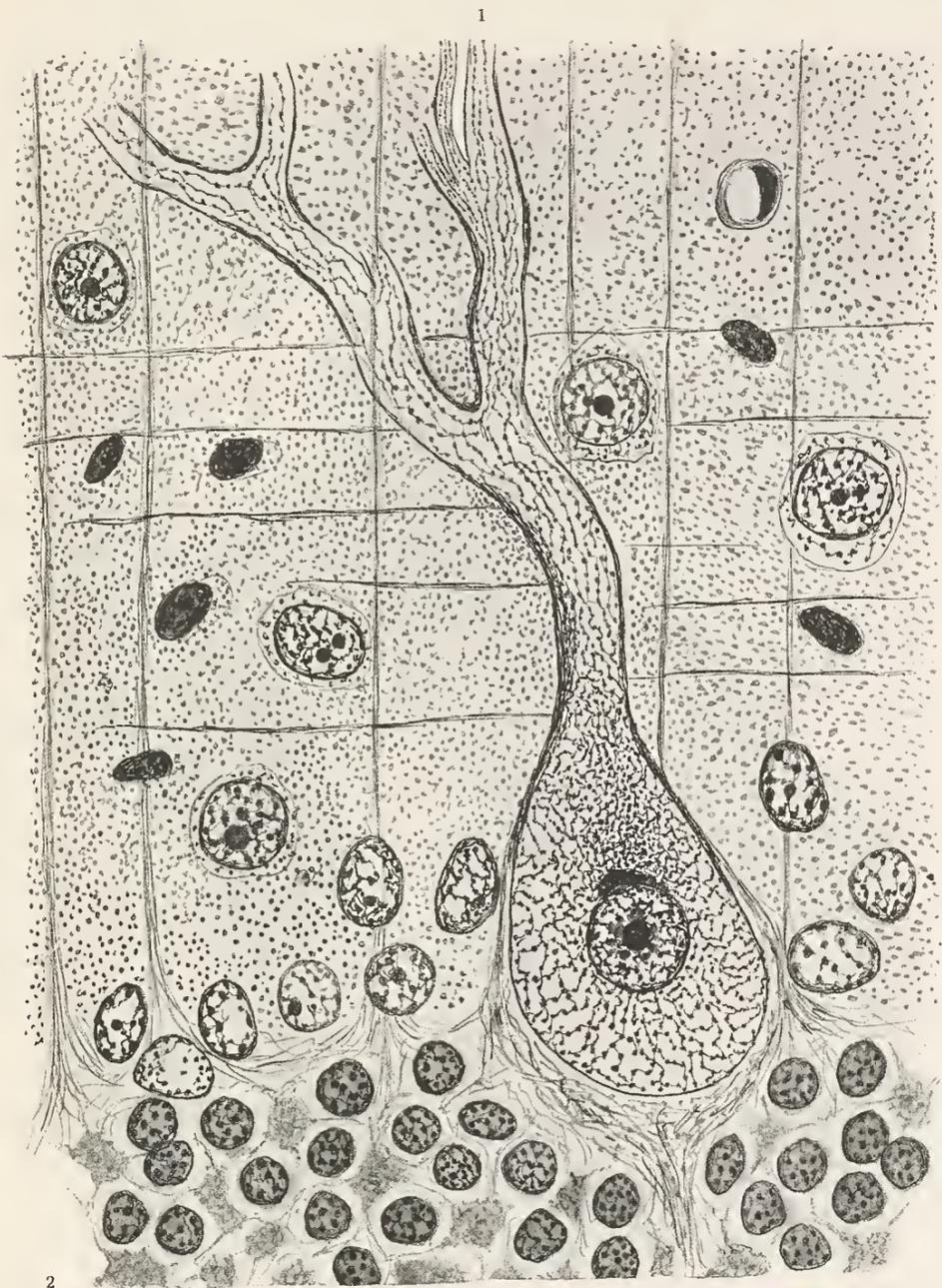
In der Fig. 14 derselben Tafel ist schliesslich die Abbildung einer Nervenzelle aus einem Bauchganglion des *Sympathicus* des *Frosches* gegeben, in deren Zellkörper das körnige Mitomgeflecht deutlich hervortrat und feine Fäden zur Kapsel gingen, indem sie an ihr befestigt waren. Der Zellkörper schien übrigens etwas geschrumpft zu sein, wobei die Mitomfäden gleichsam aus ihm ausgezogen waren und dadurch sich so schön frei und radiierend zeigten.



Kleinhirnzellen (vom Kaninchen)
1—2

Rückenmarkszellen
3—4

Spinalganglienzellen (vom Kaninchen)
10—13



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologische Untersuchungen](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [NF_17](#)

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

Artikel/Article: [Weiteres zur Kenntnis der Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen 81-84](#)