- Fig. 15. Junge Schleinzelle aus dem tiefsten Theil einer Fornix. Starke Vergrößerung. — Erklärung im Texte.
- Fig. 16. Mitose in den oberflächlichen Epithelzellen (Pikrinsäure, Safranin, Alkohol, Damarharz). 250 d. Die Epithelschicht ist schräg durchschnitten; die Umrissse der einzelnen Epithelzellen sind nicht deutlich zu sehen.
- Fig. 17. In Mitosis befindliche Zelle zwischen den Ersatzzellen der tiefen Schicht des Oberflächenepithels (Flemming'sche Lösung, Safranin, Damarharz). 390 d. Das Epithel war etwas schräg durchschnitten worden; die Umrissse seiner Zellen sind nicht deutlich zu sehen.

(Aus dem histolog. Laboratorium der I. medizinischen Klinik
Prof. v. Korányi's in Budapest.)

Studien über den Bau des Chromatins in der sympathischen Ganglienzelle.

Von

Dr. Friedrich Vas
an der I. medizinischen Klinik.

Hierzu Tafel XX.

Die Methode Nissl's¹⁾ zur Darstellung der Chromatinstructur an der Nervenzelle kann man derzeit als die zuverlässigste betrachten. Die Wichtigkeit dieser Methode muss anerkannt werden, wenn man bedenkt, dass es bisher unmöglich war, eine scharfe Grenze zwischen physiologischen Zuständen

1) Nissl, Tageblatt der 58. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte. 1885. Strassburg.

und initialen pathologischen Veränderungen der Nervenzelle zu ziehen.

Auffallend ist es, dass sich trotz alledem die normale und pathologische Histologie des Sympathicus dieser Methode bis nun nicht bediente, obgleich, wie bekannt, eben dieser Theil der Nervenhistologie einer verlässlichen Grundlage am meisten entbehrt. Wäre diese Methode schon früher bekannt gewesen oder derselben in neuerer Zeit eine häufigere Verwendung zu Theil geworden, so würde auch bezüglich der physiologischen Bedeutung der grossen sympathischen Ganglien keine Divergenz in solchem Maasse herrschen, wie dies bei der Durchsicht der diesbezüglichen Fachlitteratur leicht zu constatiren ist. Der Auffassung eines Theiles der Autoren, die in den Ganglien wichtige physiologische Functionen innehabende Gebilde erblicken, steht eine zweite, wie Siegmund Mayer sie benennt, „nihilistische“ entgegen, welche in den grossen Grenzstrangganglien nur embryologische Reste erkennen will.

Die Untersuchung der Chromatinstructur des Zellleibes der normalen Ganglienzellen scheint geeignet, dieses Dunkel zu klären und zur Erkennung der normalen, functionirenden Zelle eine reelle Basis, untrügliche differential diagnostische Momente, zu bieten.

Die in geringer Zahl bis nun erschienenen Berichte¹⁾ über den Werth der Nissl'schen Methode beziehen sich sowohl auf normale Zustände, als auch auf einzelne pathologische Erscheinungen der Rückenmarks- und Grosshirn-Zellen. Die erwähnten Untersuchungen stellten fest, dass die normale Nervenzelle der grauen Substanz eine typische Formation des Chromatins besitzt, welche schon zu Beginn einer Erkrankung der Zelle eine leicht zu erkennende Veränderung erfährt. Der Grad der Veränderungen hält stetig Schritt mit dem Grade der Erkrankung, um schliesslich zur totalen Destruction des Chromatins zu führen. Natürlich war das Erkennen dieser mancherorts sehr sublimen Veränderungen nur so möglich, nachdem vorher die

1) Nissl, l. c. — Friedmann, Ueber progress. Veränderungen der Ganglienzellen etc. Arch. f. Psych. Bd. 19, 1888. — Neurol. Centralblatt 1891, Heft 1. — Schaffer, Neurolog. Centralblatt X. — Sarbo, Ungarisches Archiv für Mediz. Be. I, Nr. 4.

normale Chromatinstructur mit Hilfe der Nissl'schen Methode in ihren Details genau erkannt war. Beim Studium der Histologie der Sympathicus-Ganglien des Grenzstranges muss nun erst dieser erste Schritt gethan werden. Die vorliegende Arbeit befasst sich auf vergleichender Basis mit der Feststellung der normalen Chromatinstructur des Zelleibes der sympathischen Ganglienzellen.

Die Untersuchungsmethode, die zur Erlangung nachstehender Resultate befolgt wurde, war, wie erwähnt, jene Nissl's. Das aus dem eben getödteten Thiere oder aber dem menschlichen Cadaver entnommene Partikelchen eines Grenzstrang-Ganglions wurde in absoluten Alkohol eingelegt, hierauf in Celloidin eingebettet. Das in sehr feine Schnitte zerlegte Material kam dann in eine concentrirte wässerige Lösung von Magentaroth (Grübler), worin die Schnitte entweder einige Stunden hindurch verblieben oder behufs Beschleunigung der Tinction für einige Minuten in der Lösung ein wenig erwärmt wurden. Hierauf Auswaschen des überschüssigen Farbstoffes in absolutem Alkohol. Den Rest des überschüssigen Farbstoffes entzog das Nelkenöl, wohin die Schnitte schliesslich geriethen. Die Conservirung geschah in Canada-balsam. Bei der Untersuchung der Chromatinstructur des Zelleibes ist eine gute Oelimmersion unentbehrlich. Die beigegebenen Zeichnungen sind bei einer etwa tausendfachen Vergrösserung (3 mm homogene Immersion und Compensationocular Nr. 12, Zeiss) gezeichnet. Für die beigegebenen Abbildungen schulde ich Herrn Dr. Emanuel Liebermann aufrichtigsten Dank.

Wie schon früher erwähnt, wurden die Untersuchungen auf Grund vergleichender Basis vorgenommen. Dies geschah auch desshalb, um mit der Richtigkeit einer Auffassung im Reinen zu sein, welche in letzterer Zeit von einem englischen Autor, Namens Hale White¹⁾, auf Grund eigener Untersuchungen dahingestellt wurde. Der genannte Autor behauptet nämlich, die Grenzstrang-(Hals-)Ganglien der Thiere wären physiologisch intacte, functionirende Gebilde, während jene des Affen und Menschen nur den Werth embryologischer Reste hätten. Auf

1) White, On the histology and function of the mammalian superior cerv. gangl. Journ. of phys. VIII, pag. 66. — White, Further observ. of the histology and function etc. Journ. of phys. X, pag. 341—357. — White, About the phys. and path. value of the Gasserian etc. ganglia. Brain 1890 autumn part.

diese Auffassung muss ich noch nach Wiedergabe nachstehender Untersuchungsergebnisse zurückkehren.

Die vergleichenden Untersuchungen wurden an Kaninchen, Hunden, Pferden, Menschen, und zwar an Foeten, Neugeborenen, entwickelten Kindern, an Erwachsenen und Greisen ausgeführt.

Bei den Untersuchungen kamen nicht nur die Ganglien der Halspartie, sondern auch jene des Brustabschnittes in Betracht. Auf die Ganglienzellen, welche in den verschiedenen parenchymatösen Organen ihren Sitz haben, wurde jedoch bei dieser Gelegenheit keine Rücksicht genommen. Hervorgehoben muss werden, dass nur die Chromatinstructur des Zelleibes, nicht aber auch die des Zellkernes Gegenstand genauer Beobachtung bildete.

1) Ich beginne mit der Schilderung der normalen Chromatinstructur der Ganglienzellen des Hundes. Das Chromatin dieser Ganglienzellen unterscheidet sich vor allem durch die Form der einzelnen Körner von jenem der Rückenmarkszellen. Während dasselbe bei letzterem stäbchenförmig erscheint, ist es in den Sympathicus-Zellen von kreisrunder, annäherungsweise runder oder vollkommen unregelmässiger Gestalt. Die Körnchen sind bezüglich ihrer Grösse und Zahl im Zelleibe verschieden vertheilt. Es ist nicht schwer, an jeder Zelle eine periphere Zone zu erkennen, wo das Chromatin aus grossen und dichtgelagerten Körnchen zusammengesetzt erscheint. Der Durchmesser dieses Ringes beträgt zu meist ein Viertel des ganzen Zelleibes. Ein zweiter, ähnlich geformter Ring ist in unmittelbarer Umgebung des Zellkernes sichtbar. Dieser zweite Ring ist jedoch bedeutend schwächer als der äussere, besteht meist aus ein oder höchstens zwei Reihen grobkörnigen Chromatins. Zwischen diesen beiden Ringen bleibt natürlich ein Zwischenraum, der aus feinkörnigem, concentrisch um den Kern geschichteten Chromatin zusammengesetzt ist. Die Schichtung des Chromatins ist jener der Rückenmarkszellen ähnlich. So wie bei letzteren, ist auch bei der sympathischen Nervenzelle leicht zu erkennen, dass diese Schichtung dort, wo dieselbe einem Zellfortsatze in die Nähe gelangt, allmählich ihre Anordnung wechselt, indem die Chromatinkörner der Längsachse des Fortsatzes entsprechend gelagert erscheinen. In diesen

Fortsätzen, welche bloss eine kleine Strecke hindurch in der Schnittebene des Präparates zu verfolgen sind, zeigt die Grösse und Zahl der Chromatinkörner eine auffallende Abnahme.

Bezüglich der Chromatinstructur des Kernes ist kein bestimmter Typus zu entdecken; auch scheint es, wie ich mich durch vergleichende Untersuchungen überzeugte, dass zur Darstellung des Kernchromatins das Flemming'sche Chromosmium-essigsäure-Gemisch zweckmässiger wäre.

Die eben geschilderten Details der Chromatinstructur beim Hunde zeigen unter normalen Verhältnissen bei körperlich entwickelten Thieren immer genau denselben Typus. Dieser Umstand giebt zugleich Anlass mit wenigen Worten der sogenannten chromophoben und chromophilen Zellen zu gedenken, deren Existenz Flesch¹⁾ und dessen Schülerinnen Koneff und Gittis²⁾ feststellten. Genannte Autoren untersuchten die Schnitte der sympathischen Ganglien verschiedener Thiere und fanden, dass im selben Schnitte ein Theil der Zellen den Farbstoff sehr intensiv aufnimmt, ein anderer Theil aber beinahe ungefärbt bleibt. Von der Richtigkeit dieses Umstandes konnte ich mich auch überzeugen, wenn die Präparate nach den meisten üblichen Methoden gefärbt wurden, welche die diffuse Tinction des Zelleibes herbeiführen. Die Nissl'sche Methode jedoch hat, wie bekannt, jenen Vortheil, nur die Chromatinstructur (die filare Substanz [Flemming]) zu tingiren, während die interfilare vollkommen ungefärbt oder schwach rosafarben erscheint. Demzufolge ist es auch ganz unmöglich, mit Hülfe der Nissl'schen Methode auch auf dessen Umstand Rücksicht zu nehmen. Dieser Mangel jedoch ist in gewisser Hinsicht ein Vortheil, da dieses Verfahren ohne Rücksicht auf den schon unter normalen Verhältnissen differenten chemischen (chromophoben oder chromophilen) Zustand des Zelleibes jede gesunde Zelle gleichmässig färbt und deren Chromatintextur isolirt darzustellen vermag (Fig. 2).

1) Bemerkungen über die Structur d. Ganglienzellen. Neurol. Centralblatt 1886. — Structur der Nervenzellen in periph. Ganglien. Neurol. Centralbl. 1886.

2) Anna Gittis, Beitr. zur vergl. Histologie d. periph. Ganglien. Dissert. 1887. — Virchow-Hirsch, Berichte 1888.

2) Die Chromatinstructur der Ganglienzellen des Kaninchens unterscheidet sich in wenigen Momenten von jener des Hundes. Die Unterschiede bestehen einerseits darin, dass die Chromatinkörnchen von geringerem Umfange sind, andererseits, dass die zweite, den Kern umgebende Zone der Körner beim Kaninchen vollkommen fehlt. Der äussere Ring jedoch ist constant und gut ausgeprägt vorhanden. Die Chromatinstructur der Kerne, deren gewöhnlich zwei in einer Zelle vorhanden sind, zeigt nichts Typisches. Der Nucleolus ist immer intensiv gefärbt, die interfilare Substanz des Kernes vollkommen ungefärbt, jene des Zellleibes jedoch von schwach rosafarbener Nuance (Fig. 1).

3) Bezüglich der Pferdeganglien fehlte es mir leider an genügendem Material, um mit voller Bestimmtheit den Typus des Chromatins feststellen zu können. Ein Umstand jedoch ist es, der ganz entschieden zu erkennen war, nämlich der, dass der Zellleib nebst dem überaus feinkörnigen Chromatin sehr zahlreiche Pigmentkörner enthält, welche meist, in einem Haufen zusammengeballt, einen Theil der Zelle einnehmen. Die Wichtigkeit dieses Umstandes wird in den nachfolgenden Zeilen dort erörtert werden, wo der Bedeutung des Pigmentes für das Nervensystem Erwähnung gethan werden muss.

4) Die Untersuchung der Ganglienzellen des Menschen wurde vorgenommen: a) an einem Foetus vom VII. Monate der Schwangerschaft. Vergleicht man das hier gewonnene Bild der Ganglienzellen mit jenen des Hundes, ist der Unterschied ein höchst augenfälliger. Die Zellen sind klein, kaum ein Viertel des Durchmessers einer Ganglienzelle, wie man sie im Durchschnitte beim Hunde findet. Der Zellleib umfasst als schmaler Gürtel den relativ sehr voluminösen Kern. Das Paraplasma oder die interfilare Substanz ist ausgeprägt rosafarben gefärbt. Im Zellleib ist keine Spur einer Chromatinstructur zu finden, derselbe ist vollkommen homogen. Der Kern dagegen ist reich an Chromatinsubstanz (Fig. 3). b) Bei vollkommen entwickelten Neugeborenen vom IX. Monate der Schwangerschaft ändert sich dieses Bild. Die Zellen sind beträchtlich, beiläufig um ein Drittel grösser, als die des Foetus; der Zellleib ist ziemlich breit, während das Volumen des Kernes eine leicht erkennbare Reduction erfährt. Das Paraplasma er-

scheint blass rosa gefärbt. Der wichtigste Unterschied aber besteht darin, dass deutliche Spuren des im Entwickeln begriffenen Chromatins zu erkennen sind. An der Peripherie der Zelle erscheinen nämlich die hier und da ziemlich grossen Körnchen, welche sich in einzelnen Zellen zu einem leicht erkennbaren Kranz formiren. Allenfalls ist ein anderer grosser Theil der Zellen noch frei jeglichen Chromatins. Ein zweiter Umstand, dessen hier nur kurz Erwähnung gethan werden soll, ist das Erscheinen des gelben Farbstoffes, welcher entweder in feinen diffus zerstreuten Körnern oder in gröberen Klümpchen an einer Seite der Zelle angehäuft erscheint. Jene Zellen, wo das Auftreten dieses Pigmentes zu erkennen war, zeigten bezüglich Chromatinstructur nichts, was dieselben von den farbstofflosen Zellen unterschieden hätte (Fig. 4). c) Im vorgeschrittenen Kindesalter (10—12 Jahre) ist der Entwicklungsgrad der Zellen, was deren Grösse und Chromatinstructur anbelangt, ein noch höherer. Die Zellen erlangen eine bedeutende Grösse. Der Kern ist relativ klein. Der Zelleib weist einen vollkommen entwickelten Typus der Chromatinstructur auf. Der Aufbau derselben unterscheidet sich kaum von jenen des Hundes oder Kaninchens: an der Peripherie der Zelle ein gut entwickelter grobkörniger Ring, der nach innen allmählich in feinkörniges, concentrisch geschichtetes Chromatin übergeht. In der Nähe des Kernes, dessen Contouren scharf ausgeprägt erscheinen, sind mancherorts einige grössere Chromatinkörnchen zu erblicken. Der Kern ist arm an Chromatin. Der Nucleolus ist intensiv gefärbt. Die Anwesenheit des gelben Pigmentes ist hier noch um vieles häufiger constatirbar. Die meisten Zellen enthalten dasselbe in grösserem oder geringerem Maasse, entweder in Form kleiner Körnchen, welche einen beschränkten Raum in der Zelle einnehmen, oder diffus im ganzen Zelleibe zerstreut sind (Fig. 5). d) Bei körperlich vollkommen entwickelten Individuen im Alter von 20—40 Jahren zeigt die Entwicklung der Zellen im Allgemeinen, und speziell was das Chromatin betrifft, keine besonderen Fortschritte. Die Grösse der Zellen ist ziemlich dieselbe wie jene der Kinder im Alter von 10 bis 12 Jahren. Das Chromatin jedoch ist reichlicher, der äussere

Kranz desselben von grösserem Breitendurchmesser und auch das feiner gekörnte Chromatin im Inneren der Zelle dichter gereiht. Ein Unterschied mehr quantitativer Natur bezieht sich auch auf das Zellenpigment. Dasselbe ist hier in den meisten Zellen vorhanden und erscheint entweder geformt (gekörnt), oder diffus im Zelleibe imbibirt. Doch muss auch hier ausdrücklich betont werden, dass die Chromatinstructur dieser stark pigmentirten Zellen vollkommen intact, in jeder Beziehung mit jener der nicht pigmentirten Zellen übereinstimmend, erschien (Fig. 6).

Bei Betrachtung dieses Umstandes muss ich gleichzeitig jener Auffassung gedenken, welche, in dem Vorhergehenden schon kurz erwähnt, einem englischen Autor Namens Hale White¹⁾ entstammt. White fand nämlich, gelegentlich der Untersuchung der Grenzstrang-Ganglien verschiedener Thierarten, dass die Hals-Ganglien des Affen sowie des erwachsenen Menschen in ihren Zellen viel Pigment enthielten, während jene der übrigen Thierspecies, sowie die der menschlichen Foeten von Pigment frei waren. Genannter Autor fand auch, dass den Zellen der menschlichen Hals-Ganglien auch sonstige Zeichen der Destruction anhaften: Zerfall des Protoplasmas, Verfettung, Schrumpfung. White fand gleichzeitig, dass die Ganglienzellen des Herzens der Brustganglien, des Ganglion Gasseri vom Pigment frei und auch sonst intact waren und zwar nicht nur beim menschlichen Foetus, sondern selbst im Erwachsenen. Bei Zusammenfassung seiner Untersuchungsergebnisse kommt er zu jenem Resultate, dass die Halsganglien des Menschen, nach der Geburt eine stetige regressive Metamorphose eingehen, wodurch dieselben ihre physiologischen Functionen verlieren und schliesslich im Erwachsenen nur den Werth embryonaler Reste beibehalten, welche aus diesem Grunde die erwähnte starke Pigmentation aufweisen. Die Halsganglien aller übrigen Thierarten jedoch, da deren Zellen pigmentlos und auch sonst intact erscheinen, müssen als stetig functionirende Organe betrachtet werden. In einer von mir erschienenen früheren Arbeit²⁾ bemühte ich mich, jene

1) l. c.

2) F. Vas, Ueber die phys. Bedeutung der Ganglien im symp. Grenzstrange. Allg. Wiener Med. Z. 1891.

Bedenken anzuführen, welche schon a priori beim Durchlesen der Arbeit White's im Leser gerechterweise entstehen. Durch Wiedergabe einiger Untersuchungsergebnisse, die mir schon seinerzeit für dieses Thema zur Verfügung standen, trachtete ich den angeführten Bedenken eine reelle Basis zu geben. In wie ferne mein damals eingenommener Standpunkt berechtigt war, haben die seit jener Zeit fortgesetzten Untersuchungen gezeigt und sehen wir nun, wie sich die Auffassung White's zu den bis jetzt beschriebenen Untersuchungsergebnissen verhält.

Dass die Anwesenheit des Pigmentes in den Ganglienzellen der menschlichen Foeten nicht zu constatiren ist, ist Thatsache. Thatsache ist ferner, dass das Pigment in den Halsganglien des Erwachsenen in ziemlicher Menge vorhanden, während dasselbe in den Brustganglien spärlich zu finden ist. Nicht zu leugnen ist auch, dass bei zahlreichen Thierspecies das Pigment in den Zellen überhaupt nicht erscheint. Doch wäre ich der Meinung, dass diese Umstände durch andere in ihrer Bedeutung aufgewogen werden. Wie erwähnt, fand sich in den Hals-Ganglienzellen des Pferdes Pigment in grosser Menge vor. Hier kann auch noch erwähnt werden, dass die Hals-Ganglienzellen des Frosches reichlich Pigment enthalten. Und doch zählt selbst White diese Thiere zu jenen Klassen, deren Hals-Ganglien ihre Function nicht verlieren. Wichtig ist es auch, dass das Erscheinen des Pigmentes auch beim Menschen schon in den ersten Lebensmonaten zu erkennen ist. Dass übrigens nicht nur die Ganglienzellen des Grenzstranges Farbstoff enthalten, ist eine bekannte Thatsache. Varaglia¹⁾ fand, um ein Beispiel zu erwähnen, einen Theil der Nervenzellen des menschlichen Rückenmarkes reich an Pigment, ohne an denselben Merkmale der Atrophie zu erkennen. Eine ganz gewöhnliche Erfahrung ist es ferner, dass einzelne Ganglienzellen des menschlichen Rückenmarkes pigmentirt sind, ohne sonstige Deformation zu zeigen.

Aus all dem ergiebt sich, dass das Erscheinen des Pigmentes eine specifische Eigenschaft mancher

1) Varaglia, Sur le pigment de la colonne cellulaire des nerfs mixtes. Arch. Italien. de biologie T. IX. Hoffmann-Schwalbe, Jahresb. Bd. 16.

Thierspecien ist, ohne dass daraus die Erkrankung oder Atrophie der Nervenzellen deducirt werden könnte.

Meines Wissens hat White die Chromatinstructur nicht untersucht. Denn hätte er dies gethan, so würde er zu jenem Ergebnisse gekommen sein, dass gerade die foetalen, pigmentfreien Nervenzellen es sind, welche keine Chromatinstructur besitzen, während die am reichsten pigmentirten eine ausgesprochene Textur desselben aufweisen. Hieraus ist nicht zu schwer jene Consequenz zu ziehen, dass die foetalen chromatinlosen Zellen es sind, welche physiologische Functionen noch nicht besitzen und dass mit dem Fortschreiten der Entwicklung des ganzen Organismus auch die sympathische Nervenzelle, ihrer körperlichen Vollendung entgegenschreitend, chromatin- und zugleich pigmenthaltig wird. Hierdurch erhält zugleich jene Supposition ihre Basis, dass diese Nervenzellen es sind, welche auf Grund ihrer morphologischen Beschaffenheit (Chromatinstructur) auf physiologische Functionen Anspruch erheben können.

e) Wie erwähnt, wurden die Untersuchungen auch auf Ganglien solcher Greise erstreckt, an denen die Section auch sonstige Zeichen des senilen Marasmus aufdeckte. Und hier fanden sich thatsächlich Zeichen, welche einer morphologischen Destruction gleich kommen. Die Beschreibung dieser Veränderungen gehört zwar, streng genommen, in jenen zweiten Theil dieser Abhandlung, welcher die pathologischen Veränderungen der sympathischen Ganglien besprechen soll, doch möge schon hier erwähnt werden, dass die Destruction der Chromatinstructur die Aufmerksamkeit des Untersuchers auf sich lenkt. Die Destruction macht sich in mehreren Formen sichtbar. Die gewöhnlichste Form ist der fein körnige Zerfall derselben, wodurch die Zelle so erscheint, als ob sie fein mit Staub belegt wäre. Ein zweites Stadium macht sich im Homogenwerden der Zellsubstanz bemerkbar. Diese Form beginnt in der Mitte der Zelle und scheint gegen die Peripherie vorzuschreiten. Ein drittes Stadium ist ferner an jenen Zellen zu unterscheiden, wo der Zelleib zu einer stark gefärbten, formlosen Masse

verwandelt erscheint, welche durch ihre dunkle Färbung die Aufmerksamkeit auf sich lenkt. — Hier und da bemerkt man an Zellen, welche eigentlich als solche nur zu vermuthen, nicht aber zu erkennen sind, zahlreiche grobe und feine Bröckelchen, welche auf einen Haufen zusammengeballt stehen, und den körnigen Zerfall, den letzten Grad vor dem vollkommenen Untergang der Zelle markiren. — Ohne bei diesem Capitel hier länger verweilen zu wollen, möge nur auf die Aehnlichkeit dieser Veränderungen hingewiesen werden, welche dieselben mit dem von Friedmann¹⁾ beschriebenen und bei der Myelitis gefundenen Veränderungen haben (Fig. 7).

Ueberblicken wir die bisherigen Untersuchungsergebnisse, so ist daraus ersichtlich:

1) Dass das Chromatin der sympathischen Nervenzellen einen strengen Typus einhält.

2) Dass die Entwicklung des Chromatins mit der allgemeinen körperlichen Entwicklung des Organismus und der speciellen Entwicklung der Nervenzelle Schritt hält.

3) Dass das Pigment eine specielle Eigenschaft einzelner Thierspecies bildet, ohne dass demselben eine besondere Bedeutung zuzuschreiben wäre.

4) Dass das Chromatin der Nervenzellen des Menschen im Greisenalter eine gewisse Destruction erleidet.

II.

Eine in mannigfacher Beziehung wichtige Frage ist die, ob der Erregungszustand der Nervenzelle durch bestimmte charakteristische morphologische Erscheinungen zur Geltung kommt, oder ob überhaupt die gereizte Zelle von der ruhenden zu unterscheiden wäre? Nimmt man die bisherigen Erfahrungen, welche man beim Studium des Protoplasmas im Allgemeinen machte, zum Ausgangspunkte, ist obige Frage mit grösster Wahrscheinlichkeit bejahend zu beantworten, da doch bekanntermaassen die Structur des Protoplasmas der Amöben, der rothen Blutkörperchen etc., auf thermische, electriche, me-

1) Neurolog. Centralbl. 1891, Nr. 1.

chanische und chemische Reize mit Formveränderung reagirt. Bezüglich der Nervenzellen jedoch stehen uns nur wenige experimentelle Daten zur Verfügung und diese wenigen in mancher Beziehung widersprechend, wären kaum geeignet, die obgenannte Frage einer entgültigen Lösung entgegen zu führen.

Fleischl¹⁾ fand im Ganglion Gasseri des Frosches, nachdem er dasselbe in concentrirte Borsäurelösung gethan, dass nebst den Veränderungen, welche der Zelleib in Folge chemischer Einwirkung erlitt, in gewisser Beziehung Erscheinungen aufwies, welche nicht rein chemischer, sondern physiologischer Natur sein mussten; er sah nämlich in zahlreichen Fällen das Austreten der Zellkerne aus dem Zelleibe.

Hier möge auch einer interessanten Erfahrung Swierczewsky's und Tomsa's²⁾ Erwähnung gethan werden. Genannte Autoren sahen an rasch isolirten Ganglienzellen des Frosches die Nucleolen in stetiger Eigenbewegung. Diese Bewegung war eine ziemlich rasche und durch Hinzuleitung von verschiedenen Gasen die Schnelligkeit derselben beeinflussbar.

Korybutt-Daskievits³⁾ reizte den Ischiadicus des Frosches electricisch und untersuchte hernach jenen Theil des Rückenmarkes, aus dem die Wurzeln des Ischiadicus entspringen. Er fand als auffälligstes Symptom die bedeutende Volumzunahme der Zellkerne.

Hodge⁴⁾ jedoch kam zu einem ganz entgegengesetzten Resultate. Er reizte nämlich mittelst schwachem, inducirtem Strome die einem unter spinalen Ganglion entspringenden Nervenbündel einige Stunden hindurch und fand nachher die Zellkerne geschrumpft und von stärker gekörntem Aussehen. Diese Veränderungen waren nach etwa 24 stündiger Ruhe verschwunden.

Meines Wissens wäre dies das Resumé der bisherigen Untersuchungen, welche sich auf den Erregungszustand der Nervenzellen beziehen.

Die Methode Nissl's scheint naturgemäss dazu geeignet,

1) Berichte der Wiener Akad. d. Wissensch. 1873.

2) Zur Phys. des Kernes und Kernkörperchens der Nervenzellen des Sympathicus. Centralbl. 1869.

3) Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 32.

4) Centralbl. für Phys. III, 1889 und 1891, Bd. V.

auch in dieser Beziehung verwendbar zu sein, da aus den Untersuchungen Heitzmann's hervorgeht, dass das Protoplasmagerüst also die eigentliche Chromatinstructur in Folge der angewandten Reize Formveränderungen aufweist. Die diesbezüglichen Experimente nahm ich an Kaninchen vor. Der freigelegte Grenzstrang des Halsabschnittes wurde unterhalb des Ganglions supremum mittelst inducirtem Strome gereizt. Die Electroden jedoch wurden 3 cm abwärts vom Ganglion supremum nebeneinander aufgelegt. Diese Cautele schien deshalb nothwendig, da sonst die eventuell auftretenden Veränderungen der Zellen leicht einer mechanischen Einwirkung des Stromes eingerechnet werden könnten. Der Rollenabstand betrug 15 cm, die Dauer der Reizung 15 Minuten. Auffallend war schon während des Experimentes die Rötung und Turgescens des Ganglions supremum, welche schon nach etwa 5 Minuten eintrat und bis zur Beendigung des Reizes stetig zunahm.

Nach 15 Minuten wurde das Ganglion beiderseits vom Grenzstrange rasch abgetrennt und in absoluten Alcohol oder in concentrirte Sublimatlösung gebracht. Behufs Controlle und um eine sichere Basis des Vergleiches zu besitzen, wurde das Ganglion supremum der nicht gereizten Seite derselben Procedur unterworfen und gleichzeitig untersucht. Die Experimente wurden in derselben Weise in 6 Fällen wiederholt¹⁾.

Es drängt sich schon hier die Frage auf, ob das Einlegen der Ganglien in absoluten Alcohol, deren morphologische Eigenschaften nicht dermaassen verändert und so zahlreiche Kunstproducte schafft, dass die Beurtheilung der natürlichen Verhältnisse erschwert oder ganz unmöglich wird? Diese Frage, zweifelsohne von grosser Wichtigkeit, bemühte sich schon Pecqueur²⁾ in's Klare zu bringen, indem er Ganglien den verschiedensten üblichen Fixierungsmethoden unterwarf, um die Grösse der entstandenen Kunstproducte, welche den verschiedenen Methoden eigen sind, beurtheilen zu können. Pecqueur kam zur Ueberzeugung, dass die Alcoholfärbung, insbesondere nach vorhergehender Sublimat-

1) Obengenannte Experimente wurden im phys. Institute der k. ungar. thierärztlichen Akademie ausgeführt.

2) Pecqueur, Krit. Bemerk. über die Bedeutung der Kunstproducte bei der Beurtheilung entzündlicher und atrophischer Processe. Neurolog. Centralbl. 1886, S. 398.

fixirung, die verlässlichste ist, während die sonst gebräuchlichen Chromsalze die Ganglienzellen am meisten deformiren.

Aehnliche Vergleiche bezüglich des Werthes der üblichen Härtungsmethoden nahm auch ich behufs Orientirung vor, und kann mich daher auch auf Grund eigener Ueberzeugung der Anschauung Pécqueur's anschliessen.

Die gehärteten Ganglien wurden nachher der Nissl'schen Färbungsmethode unterworfen. Der Vergleich der gereizten mit den nicht gereizten Ganglienzellen lieferte in mancher Beziehung auffallende Resultate, welche sich auf den Zellkern beziehen. Der Kern ist in den gereizten Zellen bedeutend grösser, erscheint wie geschwellt, nebstdem verlässt er seinen Platz im Inneren der Zelle und drängt sich stark peripherwärts. In manchen Zellen ist diese Tendenz derart ausgeprägt, dass die Contoure der Zelle durch den nach auswärts drängenden Kern eine leichte Ausbuckelung erfährt. Mancherorts ist jene eigenthümliche Erscheinung zu beobachten, dass ein Segment des Zellkernes die Peripherie der Zelle überschreitet. Vollkommen ausgetretene Zellkerne jedoch konnten nicht entdeckt werden.

Das Chromatin des Kernes scheint etwas reichlicher, ohne jedoch dass irgend eine typische Formation erkennbar wäre.

Eine andere Serie von Veränderungen bezieht sich auf den Zelleib, der um etwa ein Dritttheil vergrössert erscheint. Natürlich machen sich die Veränderungen auch an der Formation des Chromatins bemerkbar. In einigen Fällen waren diese Veränderungen desselben sehr hochgradig und bestanden darin, dass die Umgebung des Zellkernes an Chromatin auffallend arm wurde, ja sogar vollkommen chromatinlos erschien. Andererseits jedoch machte sich an der Peripherie der Zelle eine Stauung der Körner bemerkbar, wodurch ein sehr starker und grobkörniger Ring entstand. Auch hier also macht sich die Tendenz des Peripherwärtsschreitens geltend (Fig. 8). — Diese erwähnten Erscheinungen, welche aus bisher unerforschbaren Ursachen einmal sehr ausgeprägt, ein anderesmal jedoch schwächer zum Ausdruck gelangten, waren als Resultat der electrischen Reizung immer zu erkennen. Dass diese Erscheinungen der mechanischen Wirkung des electrischen Stromes entstammen

würden, ist nicht wahrscheinlich, da, wie erwähnt, der inducirte Strom verwendet wurde, und zwar in einer Entfernung, dass die an und für sich geringe mechanische Leistung desselben auf das Ganglion nicht übergreifen konnte. Die Veränderungen selbst, hauptsächlich das Peripherwärtsschreiten der Kerne, geschah den verschiedensten Richtungen nach, während, wenn diese Erscheinung eine physikalische Wirkung der Stromes wäre, auch das Aus-treten der Kerne immer dieselbe Richtung beibehalten müsste.

Aus alldem geht hervor, dass die beschriebenen Veränderungen der Ganglienzellen dem Reizzustande als dessen charakteristische morphologische Eigenschaften zugeschrieben werden müssen. Allenfalls ist es sehr wahrscheinlich, dass unter physiologischen Verhältnissen diese Veränderungen in solchem Grade nicht zur Entwicklung gelangen, da die physiologisch, den Ganglienzellen zukommenden Reize, was Heftigkeit anbelangt, dem experimentell angewandten inducirten Strome nicht gleichzustellen sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XX.

- Fig. 1. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. des Kaninchens (nicht gereizt). Vergröss. 1000. Nissl'sche Färbung.
 - Fig. 2. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. des Hundes. Vergr. 1000. Nissl'sche Färbung.
 - Fig. 3. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. eines menschlichen Foetus vom VII. Monate. Vergr. 1000. Nissl'sche Färbung.
 - Fig. 4. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. eines Neugeborenen. Vergr. und Färbung wie oben.
 - Fig. 5. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. eines 12jährigen Knaben. Vergr. und Färbung wie oben.
 - Fig. 6. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. eines 28jährigen Mannes. Vergr. und Färbung wie oben.
 - Fig. 7. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. eines 70jährigen Mannes. Vergr. und Färbung wie oben.
 - Fig. 8. Schnitt aus dem Gangl. cerv. supr. eines Kaninchens, dessen Grenzstrang 15 Minuten mit inducirtem Strome gereizt wurde. Fig. 1 ist der nicht gereizten Seite desselben Thieres entnommen. Vergr. und Färbung wie oben.
-