

# Über die Innervation des chromaffinen Gewebes des Sympathicus und über das sympathico-chromaffine System im allgemeinen.

Von

Dr. I.-L. Ja. Pines (Petrograd),

Assistent am Petrograder Staatsinstitut für Hirnforschung.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 12. Februar 1924.)

Das chromaffine Gewebe des Menschen und der Säugetiere finden wir bei voller Entwicklung in Form chromaffiner Einlagerungen und selbständiger chromaffiner Körper. Chromaffine Einlagerungen, die sich von ihrem Mutterboden noch nicht losgelöst haben und zu selbständigen Organen, denen man ihre Abkunft nicht mehr deutlich anmerkt, noch nicht ausgebildet haben, erscheinen bald als vereinzelte chromaffine Zellen, bald bilden sie größere Gruppen und werden regelmäßig gefunden in den Ganglien des Grenzstranges und in zahlreichen Ganglien und Nerven der peripheren sympathischen Geflechte, besonders des Plexus coeliacus, aorticus abdominalis, mesentericus inf., hypogastricus sup. et inf. Im Sympathicus sind diese Zellen zuerst von *Leydig*, namentlich bei *Salamandra mac.*, gesehen worden. Ihre eigentliche Natur hat *Leydig*, da er die Reaktion des Protoplasmas nicht kannte, wohl nicht richtig beurteilt. Die selbständigen aus diesem Gewebe aufgebauten Organe nannte *Kohn* „Paraganglien“ *Zuckerkan dl* nannte die Paraganglien an der Aortenteilung „Nebenorgane des Sympathicus“, *Bonnamour* und *Pinatelle* bezeichnen sie als „organe parasymphatique“, *Vassale* als „organo parasimpatico“. Zu den selbständigen aus diesem Gewebe aufgebauten Organen gehören die sog. Carotisdrüse (Paraganglion intercaroticum), das abdominale Hauptparaganglion (langgestreckte chromaffine Körper an der Ventralfläche der Bauchaorta, die von der Nebenniere bis gegen die Abzweigung der Art. mesent. inf. reichen), die Marksubstanz der Nebenniere (Paraganglion suprarenale). Vielleicht gehört auch die Steißdrüse hierher, deren Abstammung *Jakobson* auf den Sympathicus zurückführen wollte. Die Paraganglien sind Organe, die allen Wirbeltierklassen zukommen (Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien, Fische). Die chromaffinen Organe eines und

desselben Individuums sind untereinander gleichwertig, und man darf die chromaffinen Organe der einzelnen Wirbeltierklassen homologisieren. Die Paraganglien oder chromaffinen Körper sind genetisch und anatomisch an das sympathische Nervensystem geknüpft. Sie stammen aus den embryonalen noch undifferenzierten sympathischen Ganglien, sie liegen ja auch ausschließlich längs der sympathischen Geflechte. Die Homologie der Paraganglien der verschiedenen Säugetiere, die Gleichwertigkeit der verschiedenen Paraganglien eines und desselben Individuums, der besondere Charakter ihrer Elemente, der sich unter anderem auch in der Chromaffinität äußert, ihre Verbreitung, ihre besondere Anordnung und ihre dauernden innigen Beziehungen zum sympathischen Nervensystem verleihen diesen Organen das charakteristische Gepräge. Die Beziehung zum Sympathicus, die durch die genetische Verwandtschaft und die dauernde innige Lagebeziehung gegeben ist, erscheint als das Charakteristischeste.

Wie gesagt, stammen die chromaffinen Zellen aus embryonalen Anlagen der sympathischen Ganglien. Aus der Abstammung wird auch die weite Verbreitung des chromaffinen Gewebes verstanden. In keinem Abschnitte des Sympathicus werden sie vermißt und sie können in allen jenen Organen gefunden werden, die sympathische Nerven enthalten. Bald nach *Kohn* konnte auch *Kose* nach Untersuchungen an verschiedenen Säugetieren und am Menschen nachweisen, daß in allen Abschnitten des Sympathicus chromaffine Zellen konstant anzutreffen sind. *Stilling* fand sie in der Carotisdrüse, *Kose* seither auch in den sympathischen Ganglien der Submaxillarisdrüse und des Herzens (bei der Maus), *Kohn* in sympathischen Nerven in der Nähe der Carotisteilung, im nervösen Plexus der Nebenniere sind sie seit langer Zeit bekannt, *Busacchi* (1912) erwähnt das Vorkommen chromaffinen Gewebes im Herzen des Menschen, *Thulin* (1914) hat Paraganglienbildungen in der Wand des Oesophagus des Menschen beschrieben. Hierher gehören auch die älteren Beobachtungen über das gelegentliche Vorkommen von „accessorischer Marksubstanz der Nebenniere“ und auch die „chromophilen Körperchen“ *Stillings*. Die Zellen der Marksubstanz der Nebenniere sind dieselben, aus denen die chromaffinen Körper bestehen, und es sind eben die von *Balfour*, *Braun*, *Kölliker* aufgedeckten entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen zwischen dem Sympathicus und der Marksubstanz der Nebennieren, die auch auf die beschriebenen Körperchen ein klares Licht warfen. Dieselben sind einzig aus Marksubstanz gebildete Nebennieren, die dem sympathischen Nervensystem angehören. Man kann sie den paarigen, von den sympathischen Ganglien abstammenden Nebennieren der Elasmobranchier zur Seite stellen; bei diesen Tieren bilden, wie *Balfour* gezeigt hat, die beiden Substanzen, aus denen sich die Nebennieren der höheren Tiere zusammensetzen, der mesobla-

stische und der nervöse Anteil, zwei besondere Körper. Die in den „Suprarenalkörpern“ der Selachier, in den „Zellennestern“ der Amphibien, in den Massen „brauner Zellen“ der Reptilien und in der „Marksubstanz der Nebenniere“ der Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere vorhandenen eigenartigen Zellen repräsentieren eine nach Abstammung, geweblichen Charakter und Reaktion gleichwertige homologe Zellart; nach ihrer Genese sowohl, als auch nach ihren definitiven geweblichen Beziehungen ist sie als zum sympathischen Nervensystem gehörig anzusehen. Bei den Selachiern treten die chromaffinen Zellen auch äußerlich als den sympathischen Ganglien des Grenzstranges (mit denen sie in inniger Verbindung stehen) ähnliche, segmental angeordnete Knötchen auf, als „chromaffine Körper“. Bei den Säugetieren ist im allgemeinen die Zahl der in den sympathischen Nerven und Ganglien enthaltenen chromaffinen Zellen nicht bedeutend, wenn sie auch in keiner Region (Hals, Brust, Bauchgebiet) vermißt werden; das von einigen Autoren behauptete Vorkommen von „Markzellen der Nebenniere“ in den ihr benachbarten sympathischen Ganglien (*Dostojewsky, Stilling, Rabl, Pfäundler*) wird so in befriedigender Weise erklärt. Es kann aber auch bei den Säugetieren die Menge der chromaffinen Zellen über die der übrigen Sympathicuselemente derart überwiegen, daß sie es sind, die dem Organe sein Gepräge geben: „chromaffine Körper“. (Die Carotisdrüse, die sog. Marksubstanz der Nebenniere). Man kann die Beziehung zum sympathischen Nervensystem als ein gemeinsames Merkmal aller chromaffinen Organe und jedes chromaffinen Gewebes bezeichnen.

*Kohn* glaubt die chromaffine Zelle als ein typisches Gewebeelement des Sympathicus bei allen Wirbeltierklassen auffassen zu dürfen, das ihm ebenso eigentümlich ist, wie seine Nervenfasern und Ganglienzellen; es ist ein typischer Bestandteil des sympathischen Nervengewebes, eine dem Sympathicus genetisch und definitiv zugehörige Zellart. Die vergleichende Anatomie, die Entwicklungsgeschichte und Histologie rechtfertigt vollkommen diese Auffassung. Nach *Diamare* wären die chromaffinen Körper epitheliale Organe nervöser Abkunft mit sekretorischer Funktion; als Analogon führt er das Epithel der Plexus choroidei an, das doch auch vom Medullarepithel abstamme. *Dogiel* erklärt die Marksubstanz der Nebenniere als eine Drüse aus sekretorischen Zellen zusammengesetzt. Das chromaffine Gewebe ist kein nervöses Gewebe im gewöhnlichen Sinne, da seine Zellen keine Nervenfasern besitzen, aber sie befinden sich mitten in Ganglien und Nerven und stammen vom embryonalen sympathischen Gewebe ab; es ist auch kein epitheliales Gewebe, weil es weder in seiner Anordnung, noch in seinem feineren Bau dem Epithelcharakter entspricht. Man muß gestehen, daß wir bis jetzt noch keine erschöpfenden anatomischen und physiologischen

Tatsachen, auf Grund deren wir über die Funktionen dieser für uns noch immer bis zu einem gewissen Grade rätselhaften Organe eine ausreichende Erklärung geben könnten.

Die wirksamen Stoffe der chromaffinen Substanz sind im Adrenalin enthalten. Das Adrenalin wirkt wie bekannt auf die meisten vom Sympathicus innervierten Organe im Sinne der Sympathicusreizung und hat dabei seinen Angriffspunkt peripher am Organ selber; es unterstützt also das Adrenalin, das normalerweise vom Körper gebildet wird, die Tätigkeit des Sympathicus. Das chromaffine Gewebe spielt infolgedessen eine wichtige Rolle in unserem vegetativen Leben (auch bei den Affekten und Instinktleben) und beansprucht unser Interesse nicht nur vom vergleichend-anatomischen, embryologischen und physiologischen, sondern auch vom allgemein biologischen Standpunkt. Insbesondere im Zusammenhang mit den vielfach gerade zuletzt vertretenen Ansichten, die die nervöse Korrelation der Organe durch die humoral-endokrine ersetzt wissen möchten, erscheint das chromaffine Gewebe, das anatomisch, physiologisch und genetisch eng mit dem Sympathicus verknüpft ist, mehr als irgendein anderes Gewebe geeignet, eine Klärung in diese Frage zu bringen. Läßt sich anatomisch-histologisch ein spezifisches engeres Verhalten der sezernierenden chromaffinen Zellen zu den Nerven, eine engere Abhängigkeit des chromaffinen Gewebes vom Nervensystem, das seine Tätigkeit reguliert, feststellen? — Oder, ist dies nicht der Fall, und das chromaffine Gewebe stellt durch seine Sekrete eine Korrelation der Organe her und regt auch die Tätigkeit des Sympathicus an?

Zum Studium der Verbreitung und der anatomisch-topographischen Verhältnisse des chromaffinen Gewebes besitzen wir einen schönen Fingerzeig in ihrer Chromaffinität. Seit *Henle* wußte man, daß die Zellen der Marksubstanz sich in Chromatlösungen braun färben. *Semper* hat 1875 Chromsäure empfohlen. *Stilling* benutzte Müllersche Flüssigkeit und empfahl folgende Technik: Nach oberflächlicher Präparation wird der Sympathicus (Bauchsympathicus), Ganglien und Nervenstämme mit dem umhüllenden Fettgewebe in Müllersche Flüssigkeit gelegt; eine Verunreinigung mit Blut muß vermieden werden; wenn ein Gefäß verletzt wird, dann soll das Präparat öfters in Müllerscher Flüssigkeit geschwenkt werden. Nach 12 Stunden wird die Müllersche Flüssigkeit gewechselt. Nach 24—36 Stunden wird das Präparat in fließendem Wasser tüchtig ausgewaschen und dann unter der Lupe in verdünntem Glycerin zergliedert. Behufs weiterer Untersuchung können dann einzelne Teile herausgeschnitten und in Alkohol gehärtet werden. Ich persönlich ziehe die von *Kohn* vorgeschlagene Methode vor und verfahre wie folgend: Ich lege den Peritonealraum — des eben getöteten und möglichst ausgebluteten Tieres — frei durch Entfernung des Darmkanals samt Anhangsorganen; die Urogenitalorgane werden an Ort und Stelle

gelassen. Nun bedeckt man den ganzen Retroperitonealraum mit einem Wattebausch, der mit 3,5%iger Kaliumbichromatlösung (ich gebrauche auch die Müllersche Lösung) durchtränkt ist. Schon vor Ablauf einer Stunde tritt die Reaktion auf. Am besten aber wartet man 6—12 Stunden, wobei nur dafür zu sorgen ist, daß der Bausch feucht bleibt. Deutlicher wird das Bild, wenn man die Region dann ordentlich mit Wasser abspült und durch ein paar Tropfen Glycerin aufhellt. Diese Methode von *Kohn* erscheint mir als die einfachste und bequemste. Ich versuchte so das chromaffine Gewebe des Hundes, Kaninchens und der Katze darzustellen, wobei ich die schönsten und demonstrativsten Bilder am Bauchsympathicus der Katze erhielt. Es gelingt so, den innigen Zusammenhang vom chromaffinen Gewebe und Sympathicus ad oculos zu demonstrieren. Diese makroskopische Methode hat hauptsächlich topographisch-anatomisches Interesse. Die nahe Beziehung des chromaffinen Gewebes zum Nervensystem läßt es vor allem wünschenswert erscheinen, seine Nerven nach spezifischen Methoden darzustellen, um die feineren anatomisch-histologischen Verhältnisse zu studieren. Zur Schilderung der letzteren möchte ich jetzt übergehen, ohne mich bei den Resultaten der makroskopischen Untersuchungen länger aufzuhalten.

Bekannt ist seit langem, daß die Marksubstanz der Nebenniere reich an Nerven ist, die nach den Untersuchungen von *Fusari*, *Dogiel*, *Kölliker* ein Geflecht um die chromaffinen Zellen bilden. Nach den Beobachtungen von *Fusari* umflechten die Nerven jede Gruppe der Markzellen, die so ihren Platz in dem Nervenetz einnehmen, das aus Fasern besteht, deren knotige Verdickungen eine verschiedene Größe und Form haben und der Oberfläche der Zellenelemente anliegen, wobei die Zellen außerdem noch mit den Nerven vermittels innerer Fäden des besagten Netzes in Verbindung stehen. Nach den Beobachtungen von *Dogiel* „umflechten die Nerven in der Marksubstanz der Nebennieren nicht nur jede einzelne Gruppe Drüsenzellen, sondern sie dringen auch zwischen die Zellen ein, wobei sie ein Nervenetz bilden, in dessen Maschen die einzelnen Zellen der betreffenden Gruppe eingeschlossen sind. Auf diese Weise werden die Zellen von einem Netz eingeschlossen, das aus feinen Nervenfasern und Fädchen besteht, die sich von dem Nervengeflecht absondern, das die betreffende Zellgruppe umgibt oder von Ästchen, die an diese oder jene Gruppe herantreten. Die Fäden des Nervennetzes, in dessen Maschen sich die Zellen ablagern, wie auch die ihnen angehörigen Verdickungen legen sich dicht an die Oberfläche der Zellen selbst an.“ Die Beobachtungen von *Fusari* und *Dogiel* widersprechen sich also. Was die Beobachtungen von *Kölliker* anbelangt, so sind sie so kurz gefaßt, daß man kaum etwas darüber sagen kann; alles was ich bei ihm fand, ist, daß „die Marksubstanz ungemein viel

reicher an Nerven sei als die Rinde, und es treten hier die Nervenenden zu den einzelnen Zellen in ganz besondere Beziehungen, indem jede Zelle von einem Geflecht oder Korb von Fäserchen umgeben ist.“ Alle diese Untersuchungen stammen von einer Zeit, wo die prinzipielle Bedeutung des chromaffinen Gewebes noch nicht klargelegt wurde (noch vor d. Untersuch. von *Kohn*) und bezweckten eigentlich die Innervation der Nebenniere als Ganzes (das bekanntlich ein kompliziertes Organ, das nebst chromaffinem Gewebe [Marksubstanz] noch Rindensubstanz enthält, darstellt) zu studieren. Zu unserem Zwecke scheinen mehr die Paraganglien (ganglienartige Körper, aus chromaffinem Gewebe bestehend), die an das sympathische Nervensystem gebunden sind, geeignet. Tatsächlich versuchte es auch *Kohn* als erster, ihre Nerven nach spezifischen Methoden, mit Chromsilbermethode *Golgis*, mit Goldchlorid und mit Methylenblau, darzustellen und äußerte sich wie folgend: „Mit Methylenblau allein erhielt ich befriedigende Resultate. Ich injizierte  $\frac{1}{2}\%$  ige Lösungen desselben in physiologischer Kochsalzlösung in die Brustaorta. Nach Bloßlegung des Retroperitonealraumes bläuten sich die Nerven des Plexus aortic. abdomin. und nach der bekannten Lage und der größeren Dicke findet man die Paraganglien leicht auf. Sie wurden für 2—24 Stunden in wässrige Ammoniumpikratlösung gebracht und dann in Glycerin untersucht. Um die chromaffinen Körperchen bilden feine Nervenfäserchen ein zierliches engmaschiges Netzwerk. Feine Nervenäste dringen ins Innere und umspinnen mit korbartigen Geflechten die einzelnen Zellballen. Zwischen den Zellen selbst konnte ich Nervenfäserchen nicht wahrnehmen. Man kommt zu dem Schlusse, daß das chromaffine Gewebe zwar ein reichliches, feines Nervenetz enthält, das auch die einzelnen Zellgruppen umspinnt, daß aber andererseits nichts aufzufinden ist, was sich im Sinne eines ganz spezifischen Verhaltens der chromaffinen Zellen zu den Nerven verwerten ließe.“ *Kohn* also kam in dieser Hinsicht zu ganz negativen Resultaten; zwischen den chromaffinen Zellen selbst fand er überhaupt keine Nervenfäserchen. Auf Grund des Materials von Prof. Dr. A. S. *Dogiel*, sympathische Ganglien der Katze und des Pferdes nach der von *Dogiel* modifizierten Methylenblauethodik bearbeitet, möchte ich nun das Gegenteil behaupten. Bis jetzt wurden die Verhältnisse am Mutterboden des chromaffinen Gewebes, in den sympathischen Ganglien selbst, wo sie in ihrer reinsten primären Form sich präsentieren dürfen, überhaupt noch nicht untersucht. Allerdings ist das Aufsuchen solcher in den sympathischen Ganglien hie und da anzutreffenden Gruppen chromaffiner Zellen dazu noch bei gelungener spezifischer Nerventinktion mit viel Mühe verbunden. Bevor ich zur Schilderung der auf Grund des Materials des Meisters der Methylenblau-technik sich ergebenden Bilder schreite, möchte ich hier kurz die Me-

thodik beschreiben (ausführliche Schilderung siehe *A. S. Dogiel: Methylenblau zur Nervenfärbung. Enzyklopädie d. mikroskop. Technik, Bd. II, 1910*). Es handelt sich um die sogenannte vitale (ohne vorhergehende Fixation) Methylenblaufärbung. Aus freier Hand mit dem Rasiermesser angefertigte Schnitte der sympathischen Ganglien werden auf Objektträgern in kleinen Tropfen etwa  $\frac{1}{8}\%$  ige Lösungen ( $\frac{1}{4} - \frac{1}{8} - \frac{1}{22} - \frac{1}{16}\%$ ) von Methylenblau aufgereiht; die dem Beobachter zugekehrte Oberfläche eines jeden Schnittes wird mit den gleichen Lösungen des Farbstoffes leicht angefeuchtet. Die Objektträger mit den Präparaten werden dann in Petrischalen gebracht, die zugedeckt im Thermostaten bei einer Temperatur von  $36-37^{\circ}\text{C}$  aufgestellt werden. Je nach 10—15 Minuten müssen die Präparate unter dem Mikroskop durchmustert werden, um den Verlauf der Färbung der Nervelemente zu verfolgen und die Präparate rechtzeitig zu fixieren, andererseits müssen auch die Präparate von Zeit zu Zeit von neuem angefeuchtet werden. Die Färbung der Schnitte erfolgt so lange, bis eine genügende Tinktion



Abb. 1

der Nervelemente erreicht ist, was gewöhnlich nach  $1-1\frac{1}{2}$  Stunden der Fall ist. Das Gelingen der Färbung hängt vor allem von der Frische des Materials, dann auch davon ab, daß der Moment der maximalen Färbung richtig abgepaßt wird. Die Präparate werden dann mittels einer  $7\%$  igen Lösung von molybdän-saurem Ammonium im Verlauf von 18 bis 20 Stunden fixiert, worauf die Schnitte in Wasser ausgewaschen, in Alkohol entwässert, in Xylol aufgehellt und in Xylol-Damar oder

Kanadabalsam eingeschlossen werden. Es werden auf diese Weise auch Ganglien in toto gefärbt, was erforderlich ist, um eine vollständigere Vorstellung von ihrem Bau zu erhalten. Zu diesem Zwecke werden die ausgeschnittenen Ganglien in Petrischalen auf eine Schicht Glaswatte gelegt, die mit physiologischer Kochsalzlösung befeuchtet ist; die Ganglien werden dann etwa  $2-2\frac{1}{2}$  Stunden im Thermostaten gefärbt; nachdem die Präparate fixiert und ausgewaschen sind, wird von jedem Ganglion, und zwar von der Seite desselben, die der Glaswatte auflagernd ungefärbt erscheint, vorsichtig vermittle einer Schere so viel abgeschnitten, bis das übriggebliebene Stück dermaßen dünn ist, daß es unter dem Mikroskop untersucht werden kann. Im übrigen wird mit den Ganglien in toto ebenso, wie dies für die Schnitte eben nur beschrieben worden ist, vorgegangen. Nachdem ich nun kurz die vitale Methylenblautechnik beschrieben habe, schreite ich zur Schilderung der entsprechenden Bilder.

Abb. 1 bringt eine Gruppe chromaffiner Zellen im Ganglion solare der Katze. Hier, ebenso wie an der Abb. 3, Ganglion solare des Pferdes,

sehen wir, daß die chromaffinen Zellgruppen einer deutlichen Kapsel entbehren: sie liegen meistens ohne Abgrenzung inmitten des typischen nervösen Gewebes. Manchmal aber, wie an der Abb. 2, Ganglion solare des Pferdes, wird die chromaffine Zellgruppe doch deutlich umgrenzt: eine dünne Hülle schließt sie dann ringsum oder nur zum Teil gegen die nervöse Umgebung ab. Die Zellgruppen stellen unregelmäßig geformte, längere oder kürzere, breitere oder schmalere Stränge, die ein dichtes Maschenwerk bilden, dar; sie erinnern an die Form der uns aus der Pathologie bekannten Krebszellstränge. Die Zwischenräume stellen Capillaren dar, deren Wandungen direkt an die Zellbalken angrenzen. Die Zellen haben im Gegensatz zu den Nervenzellen keine Nervenfortsätze; sie gleichen etwa mittelgroßen Epithelzellen. Ihr zartes Protoplasma erhält durch Methylenblautinktion ein körniges Aussehen: es

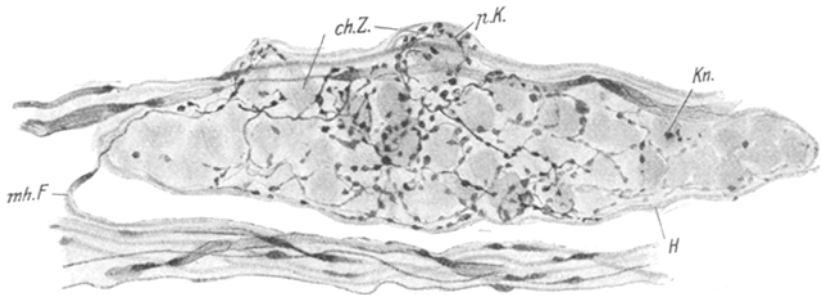


Abb. 2

ist von Methylenkörnchen und Schöllchen gefüllt; der Kern ist kugelig, bläschenartig, chromatinarm. Im Gegensatz zu den sympathischen Ganglienzellen, die bald größere, bald kleinere dichte Haufen bilden, die durch Nervenbündel und -Züge getrennt werden, sind die chromaffinen Zellen in gleichmäßiger Verteilung in ihren Strängen angeordnet. Zelle an Zelle. Das charakteristische Aussehen der sympathischen Ganglien, das durch den Wechsel von Nervenfasern und Nervenzellen bedingt wird, und stärkere Nervenbündel überhaupt fehlen hier, so daß die Netzbalken ein gleichmäßiges zelliges Aussehen darbieten. Der überwiegend zellige Charakter, die gleichmäßige Anordnung der Zellen, die sekretorischen Körnchen sind die wichtigsten Kennzeichen des chromaffinen Gewebes.

Nun beobachtet man an manchen Schnitten, wie aus der Tiefe des Ganglions (Abb. 3) oder aus einem der chromaffinen Zellgruppe benachbarten Nervenfaserbündel (Abb. 2) eine oder mehrere (Abb. 3) dünne, mehr oder weniger lange Nervenfasern austreten und sich zur chromaffinen Zellgruppe begeben. Die Fasern sind marklos (Abb. 3) oder sie verlieren erst bei Annäherung an die Zellgruppe ihre Mark-

scheide (Abb. 2). Im letzten Falle unterscheiden sich diese markhaltigen Nervenfasern durch ihre verhältnismäßige Dünne und Feinheit von anderen und imponieren schon dadurch als sympathische. Die Fasern biegen dann um, verlaufen eine Strecke der Zellgruppe entlang, umfassen manchmal ringförmig von außen die Zellgruppe, dringen unter verschiedenen Winkeln in sie hinein. Sämtliche Nervenfasern winden sich dann zwischen die Zellen, verflechten sich in verschiedener Weise, geben auf ihrem Wege zwischen die Zellen einzelne marklose Ästchen ab und teilen sich mehrfach. Die Seitenästchen verlaufen in allen möglichen Richtungen, durchkreuzen und verflechten sich auf alle mögliche Weise. Wir sehen somit, daß feine Nervenfasern in einer Anzahl von 1,2—3 oder mehr an eine Zellgruppe herantreten, in einzelne Fäden, die sich miteinander während ihres Verlaufes durchkreuzen und zahlreiche Seitenästchen aussenden, zerfallen und auf diese Weise an der Oberfläche der Zellgruppe ein Geflecht bilden. Dieses Geflecht kann verschieden ausgebildet sein. Es kann auch fehlen; in einem solchen Falle teilt sich dieses oder jenes Nervenästchen, an die Zellen angelangt, in einige dünne Fäden, die sich auf der Oberfläche der betreffenden Zellgruppe winden und darauf in feinste Fädchen zerfallen. Von den Nervenfasern zweigen sich äußerst feine variköse Fädchen ab, die zwischen die einzelnen Zellen eindringen und allmählich in eine große Menge feiner sich wiederholt teilenden Fädchen zerfallen. Diese zwischen den Zellen gelegenen Nervenfädchen, nach wiederholter Teilung und indem sie sich verschiedenartig winden und mit anderen ebensolchen Fädchen vereinigen, bilden ein dichtes Endnetz, in dessen Maschen die Zellen sich befinden. Die Nervenfädchen sind mit Varicositäten und knotenartigen Verdickungen besetzt, sie umwinden und umflechten die einzelnen Zellen und bilden so pericelluläre korbartige Gebilde, Kränze oder Ringe, schließlich enden sie an der Oberfläche der Zellen mit kleinen Verdickungen, Knöpfchen. Überall während des Verlaufes der feinsten Nervenfädchen des Endnetzes trifft man die Verdickungen verschiedener Größe und Form; die meisten haben den Charakter gewöhnlicher variköser Verdickungen, andere dagegen sind größer, dicker und mehr in der Länge ausgezogen. Diese Verdickungen legen sich eng an die Oberfläche der Zellen und verleihen dem Netz ein charakteristisches Aussehen. Durch die Verzweigungen und Anastomosen der varikösen Fädchen präsentieren sich das Netz und die pericellulären Kränze als dichte, als ein engmaschiges Netzwerk.

Die Teilästchen der Fasern ziehen zu mehreren Zellen. Nicht selten beobachtet man, daß ein oder mehrere Teilästchen der Fasern nach Bildung eines pericellulären Kranzes um eine Zelle zu benachbarten Zellen hinziehen, um an der Oberfläche derselben mit den oben genannten Endknöpfchen zu enden; andere entsenden zur Bildung dieses pericellu-

lären Kranzes nur einzelne variköse Fädchen, während sie selbst zu benachbarten Zellen verlaufen, dieselben umflechten und an ihnen mit den Knöpfchen enden. Infolgedessen umflechten die Verzweigungen einer Faser nicht eine, sondern mehrere Zellen. Da außerdem noch von den pericellulären Werken variköse Fädchen-Ästchen zu den benachbarten Zellen abgehen, so präsentiert sich die chromaffine Zellgruppe als eine innervatorische Einheit, wobei jeder Reiz zugleich die Tätigkeit der ganzen Zellgruppe anregen muß.



Abb. 3

Wir sahen, daß die chromaffinen Zellen und die sympathischen Nervenfasern in ganz naher Beziehung zueinander stehen, daß die Nervenfasern nicht nur die chromaffinen Zellgruppen des Sympathicus als solche umgeben, sondern zwischen die Zellen eindringen, wobei sie ein Nervennetz bilden, in dessen Maschen die einzelnen Zellen eingeschlossen sind. Dieses Nervennetz besteht aus feinen Nervenfäden und Fädchen, die sich vom Nervengeflecht, das die betreffende Zellgruppe umgibt, absondern, oder von Ästchen, die an diese oder jene Gruppe herantreten. Die Fäden des Nervennetzes, in dessen Maschen sich die einzelnen Zellen ablagern, wie auch die ihnen angehörigen Verdickungen, legen sich dicht an die Oberfläche der Zellen selbst an. Die Nervenfasern, indem sie zuerst in feine variköse Fädchen, deren knotige Verdickungen, wie eben gesagt, der Zelloberfläche anliegen, zerfallen, bilden die eben

beschriebenen, feinen korbartigen pericellulären Werke um die chromaffinen Zellen, die außerdem noch mit den Nerven vermittelt der knopfartigen Endverdickungen in Verbindung stehen. Resümierend:

1. Die in den sympathischen Ganglien gelegenen chromaffinen Zellgruppen werden reich innerviert;

2. Die sie innervierenden sympathischen Nervenfasern sind zweierlei: markhaltige und marklose;

3. Zwischen den sympathischen Nervenfasern und chromaffinen Zellen existiert ein sehr enger Kontakt, indem die Nervenfasern

a) ein zierliches, engmaschiges, variköses, intercelluläres Endnetz,

b) pericelluläre korbartige variköse Werke, Kränze und Ringe, und schließlich

c) Knöpfchenendverdickungen an der Zelloberfläche bilden.

Wir haben also im sympathischen Nervensystem sympathichromaffine Apparate, denen eine wichtige biologische Rolle im vegetativen Leben zukommt. Dabei unterstützen sich das sympathische und chromaffine Gewebe, die durch den oben beschriebenen Modus in engem Zusammenhang stehen, gegenseitig in ihrer Tätigkeit: die Sekrete des chromaffinen Gewebes wirken anregend auf den Sympathicus, Reizung des Sympathicus wirkt anregend auf die Sekretion des chromaffinen Gewebes. Man könnte vom anatomisch-histologischen, ebenso wie vom entwicklungsgeschichtlichen und physiologischen Gesichtspunkte von einem gemeinsamen sympathichromaffinem System sprechen, wobei nervöse und sekretorische Tätigkeit, die beide die Korrelation der Organe herstellen, in ihren primitiven Formen eng zusammenhängen und eine gemeinsame neuro-glanduläre Korrelation herstellen. Was das Primäre und das Wichtigere sei, dies läßt sich kaum anatomisch-histologisch entscheiden. Allerdings erscheinen die Bestrebungen, die Lehre von der nervösen Korrelation der Organe zu stürzen und sie durch die endokrin-humorale zu ersetzen, in diesem Lichte als ungerechtfertigt insofern, als auch die innersekretorischen Organe reich innerviert sind, folglich Impulse vom Nervensystem erhalten und mit diesem vielfach sehr innig verknüpft sind, was am Beispiele des chromaffinen Gewebes besonders deutlich zutage tritt.

In Dankbarkeit gedenke ich des seither verschiedenen Prof. Dr. A. S. Dogiel, Direktor des histologisch-anatomischen Kabinetts an der hiesigen Universität, für die lebenswürdige Überlassung des Themas und seines diesbezüglichen Materials. Es ist meine angenehme Pflicht, auch Herrn Akademiker Prof. Dr. W. M. Bechterew, Direktor des Institutes für Hirnforschung, für die freundliche Überlassung des Tiermaterials meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

### Literatur.

- Balfour*: Handb. d. vergl. Embryologie 2, S. 612 d. franz. Übersetzung. — *Bonnamour et Pinatelle*: Notes sur l'organe parasymphatique de Zuckerkandl. Bibliograph. anatomique. T. XI, 2 fasc. Paris-Nancy 1902. — *Braun*: Arb. aus d. zool. Inst. zu Würzburg 5. — *Busacchi*: Corpi chromaffini nel cuore umano. Rendic. soc. med. chir. Bologna. Bull. sc. med. Anno 8, sér. 8, Vol. 12, 1912. — *Diamare*: Sulla costituzione dei gangli simpatici negli elasmobranchi e sulla morfologia dei nidi cellulari del simpatico in generale. Anat. Anz. 20. 1902. — *Dogiel, A. S.*: Die Nervenendigungen in den Nebennieren der Säugetiere. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1894. — *Fusari*: De la terminaison des fibres nerveuses dans les capsules surrénales des mammifères. Arch. ital. de biol., T. XVI. 1 Fasc. 1891. — *Henle*: Über das Gewebe der Nebenniere und der Hypophyse. Zeitschr. f. rat. Med. 24, 3. Reihe. 1865. — *Jakobson*: Beiträge zur Kenntnis der foetalen Entwicklung d. Steißdrüse. Arch. f. mikroskop. Anat. 53. 1898. — *Kohn, A.*: Die Nebenniere d. Selachier nebst Beiträgen z. Kenntnis d. Morphologie d. Wirbeltiernebenniere im allgemeinen. Arch. f. mikroskop. Anat. 53. 1898. — *Derselbe*: Über die Nebenniere. Prager med. Wochenschr. 23, Nr. 17. 1898. — *Derselbe*: Die chromaffinen Zellen des Sympathicus. Anat. Anz. 15. 1899. — *Derselbe*: Die Paraganglien. Arch. f. mikroskop. Anat. 62, 1903. — *Kölliker*: Grundriß der Entwicklungsgeschichte. 1884. — *Derselbe*: Über die Nerven der Nebenniere. Verhandl. d. Ges. dtsch. Naturforsch. u. Ärzte 66. Versamml. Wien 1894. — *Kose*: Sitzungsber. d. naturw.-med. Vereins f. Böhmen „Lotos“ 1898, Nr. 6. — *Leydig*: Anatomische Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853. — *Derselbe*: Lehrbuch d. Histologie des Menschen und der Tiere. 1857. — *Stilling*: A propos de quelques expériences nouvelles sur la maladie d'Addison. Rev. d. méd. 1890. — *Derselbe*: Du ganglion intercarotidien. Recueil inaugural de l'Université de Lausanne. 1892. — *Derselbe*: Die chromophilen Zellen und Körperchen des Sympathicus. Anat. Anz. 15. 1898. — *Thulin*: Beitrag zur Kenntnis des chromaffinen Gewebes beim Menschen. Anat. Anz. 46. 1914. — *Vassale*: Bolletino della Societa medico-chirurgica di Modena. Anno VI. 1902/03. — *Zuckerkandl*: Über Nebenorgane des Sympathicus im Retroperitonealraum d. Menschen. Verhandl. d. anat. Ges. 15. Versamml. Bonn. Mai 1901.
-