(Aus dem Anatom. Institut zu Berlin.)

Ueber die Lage der Ganglienzellen im Herzen der Säugethiere.

(Erster Theil einer anatomisch-pathologischen Untersuchung der
sogenannten automatischen Herzcentren.)

Von

Dr. **S. Schwartz** (Moskau).

Hierzu Tafel III.

Es darf wohl nicht auffallend erscheinen, wenn, ungeachtet der grossen Zahl der früheren Untersuchungen über die Innervation des Herzens, immer wieder neue Arbeiten auf diesem Gebiete auftauchen. Einerseits stellt das Herz ein sehr wichtiges, im Wesen seiner Thätigkeit indess ziemlich unbekanntes, ich möchte sagen geheimnissvolles Organ dar, andererseits kommen in jeder Arbeit neue Angaben, die theils im Widerspruch mit den früheren stehen, theils nicht fest genug begründet zu sein scheinen, und so bleibt das Streben nach neuem Suchen immer nicht getilgt. Und gerade in der letzten Zeit stehen wir zweien entgegengesetzten Strömungen der Physiologen und Histologen gegenüber. Während die Physiologen von der alten Lehre abkommen zu wollen scheinen und den Ganglienzellen, wie überhaupt der intracardiellen Innervation, eine mehr und mehr geringe Bedeutung zuschreiben, suchen die Anatomen fortwährend nach neuen Ganglienzellen und Ganglienzellengruppen an der Oberfläche und in der Muskulatur des Herzens. Dass diese Strömungen diametral entgegengesetzt sind und nicht gut sich vereinigen lassen, braucht keiner weiteren Auseinandersetzung. Aber auch die rein anatomischen Angaben sind noch nicht übereinstimmend. Wie weit die Differenzen hierin gehen, wird sich aus der folgenden kurzen Uebersicht ergeben.

Remak's ursprüngliche Angabe lautet, dass auf der Oberfläche des Kalbsherzens mehrere Ganglien an den Nervenstämmen sitzen sollen. Da er die fraglichen Ganglienknotten, so weit sie am Ventrikel sich vorfanden, nur mit freiem Auge gesehen und nicht mikroskopisch untersucht hat, — wenigstens sagt er nichts davon —

so ist es schwer zu sagen, ob dies in der That Ganglienzellenhaufen waren. Der in Fig. 2 von Remak angegebene Nerv ist mit einem solchen Ganglion allerdings versehen. Bei der schwachen Vergrösserung und Dunkelheit der gezeichneten Elemente ist es indessen unmöglich, mit absoluter Sicherheit zu erkennen, ob es sich hier um Ganglienzellen handelte. Ich will aber bereitwillig die gangliöse Natur des in Fig. 2 abgebildeten Knotens anerkennen, da derselbe nach Remak's Angabe vom Vorhofe des Herzens stammt.

Eisenlohr gibt an, dass er Ganglienzellen und Gangliengruppen nur an der Scheidewand der Vorhöfe gesehen habe. Die Ganglienzellen liegen nicht in der Muskulatur selbst; sie befinden sich vielmehr unter dem Pericard und liegen meistens zwischen den Nerven oder an den Nerven. Ausser in der Scheidewand sollen auch Ganglien im Sulcus coronarius transversus vorkommen. Die Ganglienzellen besitzen eine Kapsel mit Kernen, einen gekörnten Leib, einen oder zwei Kerne mit Kernkörperchen. Zur Untersuchung wurden Stücke vom Herzen abgeschnitten und mit Osmiumsäure oder Pierocarmin bearbeitet.

Zu ganz ähnlichen Resultaten kam Ott.

Koplewsky¹⁾ hat anlässlich seiner Untersuchungen über pathologische Veränderungen der Herzganglien folgende anatomische Thatfachen angegeben: Beim Menschen existiren zwei Gruppen von Ganglienzellen in der Gegend der Furche zwischen den Vorhöfen im Dreieck, das von dem Zusammentreffen der Muskelfasern beider Vorhöfe gebildet, und nach aussen von dem visceralen Blatte des Pericard umgrenzt ist. Die Zellen besitzen eine bindegewebige Kapsel und haben häufig zwei Kerne. Sie haben entweder einen einzigen dicken Fortsatz oder zwei feinere. Der Verfasser hat weder isolirte Zellen noch Zellgruppen an den Nervenfasern im Myocard sitzen gesehen.

Van Gehuchten hat im Myocard einen weit ausgedehnten Nervenplexus gesehen, hat aber nie dort Ganglienzellen getroffen.

Dagegen hat Berkley bei Bearbeitung des Herzens mit der Methode von Golgi zwischen den Muskelfasern bipolare und

1) Citire nach Jacques, s. das Literaturverzeichniss.

multipolare Zellen gefunden, die er als Ganglienzellen auffassen zu können glaubt. Die Beschreibung dieser Zellen jedoch, obwohl Berkley durch Ausschliessen von Artefacten oder einfacher Anschwellungen im Verlaufe der Nerven sich gegen alle mögliche Einwände gesichert zu haben glaubt, entspricht vollkommen den Bildern, welche Fusari¹⁾ in dem Bindegewebe der Zungenmuskeln und des Herzens bei der Bearbeitung nach Golgi's Verfahren bekommen hat und als Bindegewebszellen bezeichnet.

Vigual in seiner grossen Arbeit über Herzinnervation gibt bei der Besprechung der Ganglienzellen im Froschherzen die unbedingt ganz richtigen und wichtigen Kennzeichen der Ganglienzellen (bindegewebige Kapsel, Kerne der Kapsel, granulierte Substanz der Zellen, ein oder zwei Kerne, von welchen jeder zwei Kernkörper hat); er weist beim Kaninchen zwei ganz verschiedene Arten von Ganglienzellen in mehreren grossen Ganglien nach, die er in die Nähe der Pulmonalvenen verlegt. Eine Anzahl dieser Zellen sollen nur einen Fortsatz und einen Kern besitzen, die anderen sollen immer mehr als einen Fortsatz haben und zwei Kerne, und dabei schienen sie „alle Kennzeichen der sympathischen Zellen des Kaninchens zu besitzen“. Ausser diesem aber fand er auch Ganglien auf der Oberfläche des Plexus cardiacus (gleich unterhalb der Coronargefässe und auf der Basis ventriculi), die immer nur aus einigen Zellen bestanden. Die Zellen haben nur einen Kern und einen Fortsatz, haben aber keine Zeichen der Sympathicuszellen.

Das von Remak angegebene Ganglion auf der Vorhofscheidewand hat er bei Kaninchen nie gesehen. An den Vorhöfen nehmen die Ganglien eine intramuskuläre Lage, auf den Ventrikeln eine subpericardiale ein. Auf die physiologischen Angaben, die Vigual beigefügt hat, ist hier nicht der Ort einzugehen.

Nach den embryologischen Untersuchungen von His jun. befinden sich die Ganglienzellengruppen bei den Säugethiern und beim Menschen auf der hinteren Oberfläche des Herzens im Gebiete zwischen der Furche beider Vorhöfe und der Aorta descendens nach hinten, und bis zum Sulcus coronarius trans-

1) Siehe bei Jacques.

versus nach unten. Manche Ganglienzellen sollen dem hier befindlichen Theile der Aorta anliegen. Keine weitere Verbreitung der Ganglienzellen auf die Ventrikeloberfläche ist von ihm beobachtet worden. Wie wir sehen, gibt also auch die Entwicklungsgeschichte keine Anhaltspunkte für die Annahme der Verbreitung der Ganglienzellen auf die Oberfläche der Ventrikel.

Kasem-Beck ist bei den Untersuchungen, die er zur Kontrolle der Angaben von Vignal über das Vorkommen von zweierlei Ganglienzellen in den Herzganglien verschiedener Thiere anstellte, dahin gelangt, dass er das Vorkommen verschiedenartiger Ganglienzellen und die Spiralfaser verneinen musste. Bei Kaninchen hat er ein- oder zweikernige ovale Zellen mit einem Fortsatze gesehen. Ueber die Lage der Ganglienzellen bei den von ihm untersuchten Thieren macht er keine Angaben.

v. Openchowski macht in seiner Arbeit über Nervenendigungen im Herzmuskel eine kurze Bemerkung über die von ihm gesehenen Ganglienzellen, die meist unipolar waren. Er hat Zellen an der Grenze der Ventrikel und Vorhöfe gesehen, die nur hier und da vorkommen und bis in das obere Viertel der Ventrikel hinein liegen. In den 3 anderen Vierteln des Ventrikels hat er keine Ganglienzellen gesehen.

Jacques, dessen Arbeit einen grossen Anspruch auf Genauigkeit hat, meint, dass an den subperikardialen Nervenplexus von Ratten, Mäusen und anderen kleinen Säugethieren eine sehr grosse Zahl von kleinen Ganglien angehängt seien, hauptsächlich in dem Sulcus atrio-ventricularis und interatriarius, auf den Vorhöfen und am oberen Drittel der Ventrikel. „Man findet sie auch, wenn in geringerer Zahl auf der ganzen oberen Hälfte, man darf wohl sagen auf den oberen zwei Dritteln des Ventrikels in der Nähe des Sulcus interventricularis.“ Bei schwacher Vergrösserung sieht man die Nervenzellen-Häufchen von wechselnder, aber immer beträchtlicher Zahl bilden. Diese Häufchen bestehen aus unregelmässigen, birnförmigen oder kugelförmigen Elementen. Sie liegen immer in der Nähe einer nervösen Faser. Ein kurzer Faden verbindet sie stets mit dem nächsten Nervenfaserbündel. Wenn die Zellen sich zu einem Ganglion anhäufen, sind sie nicht dicht aneinandergedrängt und von einer allgemeinen Hülle umgeben, sondern sie lassen zwischen sich, wenigstens beim Hund und der Ratte, immer genügend breite Zwischenräume, in

welchen sich die Fortsätze durchflechten und wahrscheinlich auch fremde Nervenfasern sich fortsetzen. (Dans lesquels rampent leur prolongements et s'insinuent probablement aussi des filets nerveux étrangers.) Im Allgemeinen sind die multipolaren Zellen vorherrschend; man begegnet aber auch unipolaren und bipolaren Zellen. Ausser diesen subpericardialen Zellen, die Jacques unbedingt für Nervenzellen hält und den im Muskel selbst liegenden Zellen, die wahrscheinlich Bindegewebszellen (von Berkley als Ganglienzellen aufgefasst) sind, hat Jacques noch eine Art von Zellen gesehen, die in der Dicke der Vorhofswand und der Vorhofsscheidewand liegen, über welche er kein endgiltiges Urtheil sich gebildet hat. Nach dem Aeusseren und den Dimensionen gehören sie eher zu den Bindegewebszellen, aber sie besitzen einen Fortsatz, der ein „ein wenig specielles“ Aussehen hat (il faut reconnaître que leurs prolongements présentent un aspect un peu spécial). Bei der Beschreibung und Abbildung der Zellen geht Jacques sehr auf die Form, die Grösse, die Zahl der Fortsätze und den Kern mit dem Kernkörperchen ein. In seiner ganzen Arbeit ist jedoch kein Wort über die Zellenkapsel und die Kapselkerne enthalten.

Mit den angeführten Angaben denke ich eine genügende Rücksicht auf die Literatur der uns beschäftigenden Frage genommen zu haben. Ich möchte nur die Bemerkung hinzufügen, dass die in Frage kommende Literatur sehr erschöpfend bei Jacques und His angegeben ist.

Nach dem Gesagten ist es nicht zu verkennen, dass wir hier mit zwei in der Grundlage verschiedenen Ansichten zu thun haben. Wir sehen, dass eine Gruppe von Autoren: Eisenlohr, Ott, Koplewsky und vor allem His jun. (auf Grund seiner embryologischen Untersuchungen) beim Menschen und bei den Säugethieren ein Vorkommen von Ganglienzellen nur im Gebiete der Vorhöfe annehmen, die anderen dagegen — Remak, Kassem-Beck, von Openchowsky, Berkley, Vignal und Jacques behaupten, dass Ganglienzellen auch am Ventrikel, und nach Berkley sogar inmitten der Muskelwand desselben vorkommen. Wenn man gegen Eisenlohr, Ott und Koplewsky den Einwand machen könnte, dass sie nicht das ganze Herz untersucht haben und deshalb kein definitives Urtheil in der Frage abgeben können, so darf man doch diesen Einwand gegen His

jun. nicht als geltend anerkennen. Das einzige, was man gegen ihn sagen könnte, ist, dass er nur mit Entwicklungsstufen zu thun gehabt hat und dass in der folgenden Zeit doch noch weitere Anhäufungen und Verlagerungen von Ganglienzellen sich ausbilden könnten. Aber man muss doch zugeben, dass die Behauptungen der gegen His sprechenden Autoren auch nicht völlig zweifellos und endgiltig sein können, schon wegen der Widersprüche, welche sich in ihren Beschreibungen finden. Auf den Widerspruch in der Arbeit von Vignal habe ich schon vorhin aufmerksam gemacht; jetzt möchte ich nur einige Worte über die Angaben von Jacques beibringen. Wie die meisten der anderen Autoren hat auch Jacques mit solchen Untersuchungsmethoden gearbeitet, die hauptsächlich den Zusammenhang der Zellen mit den Nervenfasern verfolgen. Dabei können zwei Quellen für Irrthümer entstehen: 1) Wenn der Nervenfortsatz einer fraglichen Ganglienzelle abgeschnitten ist, so wird es zweifelhaft, ob eine Ganglienzelle vorliegt, auch da, wo bei der Anwendung anderer Verfahrungsweisen die Sache entschieden werden könnte; 2) wenn eine Zelle auch nicht nervöser Art dicht an einer in irgend welcher Richtung verlaufenden Faser oder in faserigem, bei dem Untersuchungsverfahren gefärbten Bindegewebe liegt, so bekommt man wieder einen Anlass zu Irrthümern. Man muss dabei nicht aus dem Auge lassen, dass es selbst bei stärkeren Vergrösserungen sehr oft nicht möglich ist zu entscheiden, ob eine Faser nur vorüber läuft, besonders von unten, oder in die Zelle hinein zieht. Dass solche Verwechslungen nicht nur vorkommen können, sondern auch vorgekommen sind, beweist genügend die Arbeit von Berkley. Aus welchem Grunde Jacques in Zweifel gerieth, ob er es mit einer Nervenzelle zu thun gehabt habe, ist vorhin angeführt worden. Jacques kann sich nicht entscheiden, zu sagen, ob die Zellen, die er in der Tiefe der Muskulatur der Vorhöfe gesehen hat, Nervenzellen waren oder nicht, obwohl sie grosse Aehnlichkeit mit Bindegewebszellen zeigten, denn sie ständen im Zusammenhange mit einem Fortsatze, der „ein etwas besonderes Aussehen“ hatte. (*il faut reconnaître que leurs prolongements présentent un aspect un peu spécial, qui, dans quelques cas, devient tout à fait identique à celui d'une fibre nerveuse*).

Nach diesen Auseinandersetzungen wird es verständlich sein, dass ich abermals mir die Aufgabe stellte, die Lage der Gang-

lienzellen im Herzen der Säugethiere zu bestimmen. Ich war nicht im Stande, der Anschauung von Openchowsky's beizupflichten, dass im Allgemeinen die Autoren in ihren Angaben bezüglich der Lage der Ganglien übereinstimmten. Dass das nicht der Fall ist, kann man, abgesehen von meinen Ausführungen, auch aus den Citaten von Jacques in dem von Poirier herausgegebenen „*Traité d'anatomie humaine*“ sehen.

Bei meinen Untersuchungen strebte ich darnach, mich möglichst von den Quellen der Irrthümer früherer Autoren frei zu machen. Dazu musste ich mir zwei Bedingungen stellen: 1) das ganze Herz zu untersuchen und 2) eine Färbemethode zu wählen, die mir ohne weiteres die Ganglienzellen einwandsfrei zu erkennen ermöglichte und dabei die Nervenfasern nicht mitfärbte. Was die erste Bedingung anbetrifft, so konnte ich sie nur dann erfüllen wenn ich kleine Thiere wählte, um das ganze Herz in Schnittreihen zerlegen zu können. Ich untersuchte deshalb Rattenherzen und begnügte mich nicht, Schnittreihen in einer Richtung herzustellen, sondern in 3 Richtungen: der frontalen, sagittalen und transversalen. Das gab mir die Möglichkeit, einen vollständigen Ueberblick über die ganze Oberfläche des Herzens, die Scheidewand, Muskulatur und Endocard, zu gewinnen. Die Schnitte waren 20 bis 30 μ dick. Dabei konnte mir kaum eine Zelle entgehen.

Zum Färben nahm ich das Thionin, welches allen Anforderungen entspricht, die man an ein Nervenzellenreagens stellen kann. Das Thionin, wie auch das Tholuidinblau, werden von den Autoren als ein Medium, welches für Ganglienzellen wie geschaffen zu sein scheint, angesehen. Das Tholuidinblau passt aber mehr für sehr dünne Schnitte und für Paraffineinbettung. Diese Bedingungen, welche für die Untersuchung der feinsten Structur der Nervenzellen nothwendig sind, wären bei einer mehr topographischen Arbeit und Schnittreihen-Anfertigung nicht wohl ausführbar und auch wohl überflüssig. Später, bei den Untersuchungen über die feinere Structur werde ich mich des Tholuidinblau bedienen.

Das Thionin habe ich vorher bei unzweifelhaft nervösem Material ausprobiert, dann beim Froschherzen, und erst dann, als ich mit dem Gebrauch des Thionin genügend bewandert war und die Kennzeichen, die eine Ganglienzelle — welchen Ursprungs, sympathischen oder spinalen, sie auch sein mochte — mir sicher

zu eigen gemacht hatte, bin ich zur Untersuchung der Rattenherzen übergegangen.

Die Ratten wurden durch Aether getötet, das Herz unmittelbar darauf herausgenommen, wobei ich oft vorher noch die Gefässe unterband oder auch durch die Vena cava ascendens Formalinlösung (10 %) einspritzte. Ich pflegte dabei die umgebenden Gewebe von den Gefässen nicht abzupräparieren, um keine Zellen wegzuschneiden. Das Herz kam in der Regel auf 1 Tag in 10 %ige Formalinlösung, dann auf 2 Tage in Alkohol, wurde aus dem Alkohol in Celloidin eingebettet und in Schnitte zerlegt. Dabei habe ich mich des Verfahrens von Darkschewitsch bedient, und habe die Schnitte auf nummerierten Papierstückchen in ein hohes Glas mit schwachem Alkohol gebracht, dann, nach dem üblichen Verfahren, aus dem Alkohol in concentrirter Thioninlösung gefärbt und später in Anilinölalkohol differencirt. Dabei wusste ich nach der Bezeichnung auf dem Papier immer ganz genau, welchen Schnitt von welcher Serienrichtung ich vor mir hatte. Jeder fünfte Schnitt wurde gefärbt und die auf diese Weise gewonnenen Präparate nacheinander untersucht. Wenn in irgend welchen Schnitten Ganglienzellen gefunden waren, so wurden auch alle benachbarten Schnitte nachträglich gefärbt und untersucht. Wenn man Rücksicht darauf nimmt, dass in jeder Richtung mindestens 3 Herzen geschnitten wurden und dass bei diesen verschiedenen Schnittrichtungen bald eine, bald die andere Fläche des Herzens mit besonderer Deutlichkeit hervortreten musste, so wird es begreiflich, dass keine Stelle des Herzens ununtersucht geblieben ist.

Die Untersuchung ergab, dass an der Oberfläche des Herzens 2 Arten von Zellen streng von einander zu unterscheiden sind. Eine Art von Zellen — die echten Ganglienzellen — zeigen folgendes Bild: ein fein gekörnter Leib, von ca. 17—30 μ im Querschnittsmaass, ist in gröbere Tigroide¹⁾ zerfallen, enthält meistens 1, oft aber 2 Kerne mit je 1—2 oder auch 3 Kernkörperchen. Die Tigroide sind hellviolett gefärbt, der Kern hellweiss, die Kernkörperchen tief blauviolett; um diesen Leib herum sieht man eine hellblau gefärbte eben nur angedeutete

1) Bekanntlich hat v. Lenhossék die Nissl'schen Körper mit dem Namen „Tigroide“ bezeichnet.

Kapsel mit vielen violett blauen oder blaugrünlichen Kapselkernen. Je nach der Richtung, in welcher die Zelle getroffen ist, sieht man manchmal einen leicht angedeuteten Fortsatz, in den meisten Fällen aber nicht. Diese Zellen liegen hauptsächlich in grossen Gruppen zusammen, sind mehr oder weniger von Bindegewebe umgeben, in welchem man auch eine sehr grosse Zahl von Kernen (der zugehörigen Bindegewebszellen) sieht. Ausser diesen grossen Gruppen kommen die Ganglienzellen auch vereinzelt vor, aber wieder nur in derselben Gegend, wo auch die Gruppen liegen, und es markiren, so zu sagen, die vereinzelter Zellen den Weg von einer Gruppe zu der anderen. Wie gesagt, habe ich die Ganglienzellen nicht in Zusammenhang mit den Nervenfasern untersucht, und wenn ich zur Zeit keine Auskunft über diesen Zusammenhang geben kann, war ich doch sehr wohl in der Lage, nicht nur die grossen Ganglien aufzufinden, sondern auch ganz vereinzelter Ganglienzellen, die alle angeführten Zeichen einer Ganglienzelle haben und deshalb für rein nervöse Elemente gehalten werden müssen, genau zu bestimmen.

Ausser diesen Elementen findet man auf der Oberfläche des ganzen Herzens zerstreut eine andere Art von Zellen, die bald rund sind, bald oval, bald keilförmig zugespitzt, so dass man an einen directen Fortsatz der zugespitzten Ecke denken kann. Die Zellen sieht man bald vereinzelt, bald in kleinen Gruppen von 3—4 Stück, sie liegen bald nebeneinander, bald aufeinander und können somit einen grösseren Körper vortäuschen. Sie liegen, wie gesagt, auf der Oberfläche des ganzen Herzens unter dem visceralen Pericard; man sieht sie in allen Sulci. Diese Zellen kommen auch neben den Ganglien und zwischen den Ganglien vor. Wie man bei anderen Färbemethoden sehen kann, liegen diese Zellen neben und an den Nervenfasern. Sie begleiten auch die Gefässe und ihre Verzweigungen, wie man es schon bei Thioninfärbung sehen kann. Sie begleiten auch die Gefässe und die Nerven im Myocardium selbst. Sie sind im Allgemeinen kleiner als die echten Ganglienzellen, indem sie 6—14 μ Durchmesser aufweisen. Sie bestehen aus einem mit runden Körnern durchsetzten, viel dunkler tingirten Leibe und einem Kerne, in welchem die von oben gesehenen grösseren Körner ein Kernkörperchen vortäuschen können. Sie haben aber keine Kapsel und keine Kapselkerne! Am nächsten stehen sie den Ehrlich'schen „Mastzellen“, für welche

ich sie auch halte. Ihre Tinctionsfähigkeit ist so gross, dass, wenn die echten Ganglienzellen durch Anilinölalkohol schon so differencirt sind, dass sie kaum noch erkennbar geblieben sind, die Mastzellen meist noch zu dunkel gefärbt erscheinen. Ausserdem muss man noch zufügen, dass die Mastzellen nicht immer in derselben Zahl und Häufigkeit vorkommen. In einem Herzen waren sie zahlreich, in anderen konnte man sie nur in geringerer Menge auffinden.

Nach dieser, meiner Ansicht nach unbedingt nothwendigen Trennung der beiden Arten von Zellen, die bisher möglicherweise verwechselt worden sind und deshalb Anlass zu widersprechenden Resultaten verschiedener Untersucher gaben, wollen wir zu der Lagerung der Ganglienzellen selbst übergehen.

Von den drei verschiedenen Richtungen, in welchen ich mir Schnittreihen angefertigt habe, halte ich die transversale für die geeignetste für die Beschreibung der Lage der Ganglienzellen. Die beiden anderen zeigen, wie diese auch, dass unterhalb des Sulcus coronarius transversus und ausserhalb der Gegend der hinteren Wand der Vorhöfe, die seitwärts von den hinteren Enden der Herzhöhlen begrenzt ist, keine Ganglienzellen mehr vorkommen. Wenn man bei der Durchmusterung von Querschnittsreihen von der Spitze des Herzens zur Basis vorgeht, vermisst man die Ganglienzellen ganz und gar, so lange man auf dem Querschnitt nur die Ventrikel hat. Hier hat man stets nur kleinere Gruppen von Mastzellen. Erst wenn man in den Sulcus transversus gelangt, was man an der grösseren Dünne des Muskelschnittes, an den mehr oder weniger quer getroffenen Gefässen und an dem Vorkommen von Knorpel im Präparate (im untersten Theile der Vorhofscheidewand zeigt sich bei Ratten ein Knorpel) feststellen kann, findet man das erste Ganglion und auch seitlich davon im Bindegewebe gelegene vereinzelte Ganglienzellen. Dieses Ganglion liegt links von der Scheidewand und hat eine quere ovale Form. Auch hier vermisst man die Mastzellen nicht, die in dem Epicard, in der Umgebung der Vorhöfe und der Herzhöhlen in kleineren Gruppen oder vereinzelt vorkommen. Weiter nach oben sieht man eine neue Gruppe von Ganglienzellen. Ob diese Gruppe eine besondere vorstellt oder im Zusammenhange mit der ersten steht, ist schwer zu sagen. Ihrer Lage nach — seitwärts nach links von der ersten — könnte man eher an-

nehmen, dass diese beiden ein zusammenhängendes Ganglion bilden, das dem linken Vorhof von hinten anliegt. Nun kommt eine Strecke von 10—15 Schnitten zu 20 μ , die allem Anschein nach keine Ganglienzellen enthält. Auch die Mastzellen sind hief nur selten vertreten. Dann kommt wieder auf der linken Seite des Schnittes ein grosses Ganglion, welches der Wand des linken Vorhofs anliegt, sehr lang gezogen ist und, wegen des Vorkommens verschiedener Formen in aufeinander folgenden Schnitten und Theilen dieses Ganglions, nicht in einer Ebene zu liegen scheint. Noch weiter nach oben sieht man neue Anhäufungen von Ganglienzellen, die jetzt mehr zur Mitte hin liegen und um den Sinus sich gruppieren. Bald trifft man dann Ganglien nicht nur links von der Mittellinie und in der Mitte selbst, sondern auch an der rechten Seite des Querschnitts vom Sinus. Das letzte Ganglion, welches man zu sehen bekommt, liegt wieder links und hat eine ganz runde Form. Einige dieser Ganglien sind sehr reichlich von Bindegewebe umspinnen und durchsetzt, andere dagegen haben nur knappes Bindegewebe um sich liegen und in diesen Ganglien liegen die Zellen viel dichter aneinander. Ueberall in diesen Gegenden kann man von Strecke zu Strecke auch vereinzelte Ganglienzellen finden, welche so zu sagen den Weg von einem zum andern Ganglion anzeigen. Dass auch hier die Mastzellen nicht fehlen und zeitweise sich in grösserer Zahl anhäufen, sei ausdrücklich bemerkt.

Ich halte es nicht für nöthig, noch auf die Einzelbeschreibung der in den anderen zwei Richtungen gewonnenen Schnitte einzugehen. Wichtiger scheint es mir, das Aussehen der Ganglienzellen bei anderen von mir versuchten Färbungen anzugeben. Wenn man die nach oben angegebener Weise bereiteten Schnitte in Hämatoxylin färbt, sieht man den Zelleib grau-violett und fein gekörnt, aber ohne die Tigroide erkennen zu können; der Kern springt als ein deutlicher, dunkler gefärbter, blau-violetter Körper vor und zeigt 1—3 sehr dunkel violette Kernkörperchen. Die Kapsel ist nicht sichtbar, aber ihre Kerne treten sehr deutlich hervor und haben eine schwarz-violette Farbe. In der Zelle selbst sieht man zuweilen einen Ring um den Kern, der aus einzelnen grau-hell-violetten, kernartigen Bestandtheilen zusammengesetzt ist und durch eine helle Zone vom Kerne selbst und auch von der Peripherie getrennt ist. Möglich, dass dieser Ring dem

Tigroid entspricht. In dem Gesichtsfelde fallen ferner die zahlreichen Bindegewebskerne auf, die durch ihre gestreckte Gestalt von den Kernen der Ganglienzellenkapseln sich unterscheiden. Auch bei dieser Färbung kann man die Mastzellen sehen, in welchen man die grobkörnige Structur leicht erkennen kann. Bei dieser Färbung tingiren sie sich viel dunkler als die Ganglienzellen; ihr Zellkern erscheint als ein schwarz-violetter runder Körper.

Bei Färbung mit Carmin und Osmium-Carmin sind ausser den beschriebenen Bestandtheilen der Ganglienzellen auch sehr gut die Kapseln selbst und die Fortsätze zu sehen. Bei Carmin-Alaun sind die Nuancen der verschiedenen Bestandtheile in roth dieselben wie bei Hämatoxylin in violett. Die Kapsel ist hellroth gefärbt und lässt sich gut, sowohl vom Protoplasma wie auch vom Kern, abgrenzen. Bei Osmium-Carmin, welches so angefertigt ist, dass die Schnitte aus dem Alkohol in 1%ige Osmiumsäurelösung auf 48 Stunden kommen und nachher in Alauncarmin, ist der Grundton gelbbraun-roth. Die Zelle selbst und ihr Kern sind in gelbröthlichem Tone gefärbt, der Kern dunkler als der Zellenleib, Kernkörperchen, Kapselkerne dunkelbraun-roth und die Kapsel selbst bläulich-roth.

Am schönsten sind die Präparate, die nach *Allerhand*¹⁾ gefärbt sind. Der Leib der Zelle ist dabei dunkelbraun oder, bei grösserer Differenzirung, hellbraun, der Kern ist immer viel dunkler braun gefärbt, das Kernkörperchen fast schwarz. Die Kapsel ist scharf conturirt, die Kapselkerne sind ebenfalls von fast schwarzer Farbe. Man sieht sehr deutlich von vielen Zellen einen Fortsatz abgehen, der hellbräunlich gefärbt, scharf biconturirt ist und auch, wie die Kapsel, Kerne enthält. Ob es Zellen giebt, die zwei Fortsätze haben, kann ich nach meinen bisherigen Untersuchungen mit Bestimmtheit noch nicht sagen. Mir schien es allerdings, als ob ich auch solche Zellen gesehen hätte. An der Stelle, wo man von der Zelle den Fortsatz abgehen sieht, liegt meistens ein grosser ovaler Kapselkern. Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Zellen, die ich an manchen meiner Präparate bereits machen konnte, sollen später mitgetheilt werden, wenn ich dieselben an dünneren Schnitten und mit Hülfe anderer Färbemethoden nachgeprüft haben werde.

1) *Allerhand*, Neurologisches Centralblatt, 1897.

In dem übrigen Herzgewebe sieht man bei Thioninfärbung gar keine Bildungen, die Anlass zum Verwechseln mit Ganglienzellen geben könnten. Dasselbe gilt auch für die Färbung nach *Allerhand*. Ich denke, dass es auch bei gewöhnlicher Carmin- oder Hämatoxylinfärbung gelingen müsste, Ganglienzellen mit Sicherheit als solche an Schnitten durch das Herz zu erkennen, und keine Verwechslungen zu begehen.

Wenn ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen zusammenfasse, so formulire ich:

1. Ganglienzellen kommen im Herzen der Ratte nur auf einem begrenzten Gebiete der hinteren Vorhofswand vor, mehr links als rechts von der Vorhofsscheidewand. Ich nehme keinen Anstand, diesen Befund, gestützt auf die Untersuchungen von *Vignal* und *His jun.*, auch auf die übrigen Säugethiere zu übertragen.

2. Die Ganglienzellen bilden 4—5 grosse Gruppen, zwischen welchen auch vereinzelte Zellen vorkommen.

3. Das Gebiet, wo die Ganglienzellengruppen liegen, ist begrenzt seitlich von den hinteren Enden der Herzohren und nach unten von dem Sulcus coronarius transversus, in welchem das unterste Ganglion liegt.

4. Die Ganglienzellen liegen immer unter dem visceralen Pericard, zwischen ihm und dem Myocard.

5. Die Ganglienzellengruppen sind von Bindegewebe umgeben und durchsetzt, einige mehr, die anderen aber sehr spärlich. In den letzteren liegen die Zellen dicht aneinander gedrängt.

6. Ausser den Ganglienzellen sieht man auf der Oberfläche des Herzens eine sehr grosse, aber wechselnde Zahl von Zellen, die die Nerven und Gefässe begleiten, die bald vereinzelt, bald in kleinen Gruppen vorkommen. Diese Zellen, welche ich als „granulirte Herzzellen“ bezeichne und zu den „Mastzellen“ *Ehrlich's* in Beziehung bringe, sind im Allgemeinen kleiner als die Ganglienzellen, färben sich viel dunkler, haben keine Kapsel und keine Kapselkerne.

7. Es liegt nahe anzunehmen, dass diese granulirten Herzzellen in manchen der früheren Untersuchungen mit Ganglienzellen verwechselt worden sind, was besonders leicht bei ausschliesslicher Anwendung des *Golgi'schen* Verfahrens geschehen

kann, und dass dadurch die Angaben verschiedener Autoren vom Vorkommen von Ganglienzellen in und auf den Ventrikelwandungen entstanden sind. Dies ist mir deshalb wahrscheinlich geworden, weil die Lage dieser Zellen, in kleinen Gruppen von 3—4 Stück, welche sie öfters bilden, vollständig den „sogenannten Ganglienzellen“, welche z. B. Jacques auf der Oberfläche von $\frac{2}{3}$ des Ventrikels beschreibt, entspricht.

Zum Schluss habe ich die angenehme Pflicht, meinen Dank Herrn Professor Waldeyer für die Aufmerksamkeit, die er meiner Arbeit geschenkt hat, zu sagen. Ich danke auch Herrn Prof. W. Krause und meinen Collegen Dr. Dr. Flatau, Pollak und Kalischer für die Liebenswürdigkeit, mit welcher sie meine Präparate auf meinen Wunsch durchgesehen haben.

Literatur-Verzeichniss.

1. Remak, R., Neurologische Erläuterungen. Müller's Archiv 1844.
2. Eisenlohr, Ueber die Ganglienzellen und Nerven des menschlichen Herzens etc. Dissert. inaug. München 1886.
3. Ott, Zur Kenntniss der Ganglienzellen des menschlichen Herzens. Prager medicinische Wochenschr. 1885.
4. Koplewsky, Veränderungen der Ganglienzellen bei Erkrankungen des Myocards. Dissertation. Petersburg 1881.
5. Berkley, On complex nerve terminations etc. Anatomischer Anzeiger 1893.
6. Vignal, Recherches sur l'appareil ganglionnaire du coeur des vertébrés. Arch. de Physiolog. 1881.
7. His jun., Die Entwicklung des Herznervensystems bei Wirbeltieren. Abhandl. der math.-phys. Kl. d. K. S. G. d. W. 1893.
8. Kasem-Beck, Zur Kenntniss der Herznerven. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XXII.
9. v. Openchowsky, Beitrag zur Kenntniss der Nervenendigungen im Herzen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXII.
10. Jacques, a) Recherches sur les nerfs du coeur etc. Journal de l'anat. 1894.
b) Traité d'anatomie humaine publié sur la direction de Paul Poirier 1896.
11. Ranvier, L., Traité technique d'Histologie. 1875.
12. v. Lenhossék, Ueber den Bau der Spinalganglien der Menschen. Arch. f. Psychiatr. u. Nervenk. 1897.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel III.

- Fig. 1. Ein grosses Ganglion von der hinteren Wand der Vorhöfe einer Ratte. Sagittale Schnittführung. Färbung mit Thionin. Man kann annehmen, dass auf dieser Abbildung Theile mehrerer Ganglien getroffen sind, wenigstens 4, entsprechend den Ziffern 1, 2, 3, 4. Vergrösserung 1:150. *a* = Ganglienzellen, *b* = Kerne der Kapsel, *c* = Bindegewebszellenkerne, *d* = Kerne der Ganglienzelle, *e* = Kernkörperchen.
- Fig. 2. Ein kleines Ganglion aus derselben Stelle bei transversaler Schnittführung. Dieselbe Vergrösserung. Dieselbe Bezeichnung. Thioninfärbung.
- Fig. 3. Eine Ganglienzelle aus dem ersten Ganglion bei grosser Vergrösserung. Thioninfärbung. *a* = Tigroid, *b* = Kapselkerne, *c* = ein Bindegewebskern, *d* = Zellkern mit fein tingirter Substanz in ihm, *e* = Kernkörperchen.
- Fig. 4. Eine Ganglienzelle nach Allerhand gefärbt. Dieselbe Vergrösserung, wie frühere. *a* = Tigroid, *b* = Kapselkerne, *c* = Kapselwand, *d* = Zellkern, *e* = Kernkörperchen (in diesem Fall 3), *f* = Fortsatz.
- Fig. 5. Verschiedene Formen von granulirten Herzzellen. Dieselbe Vergrösserung.
- 1, 1, 1, ovale Form. *a* = die runden Körnchen im Protoplasma der Zellen, *b* = Kern der Zelle, *c* = von oben nach dem Kerne projecirte Körnchen, die zuweilen ein Kernkörperchen vortäuschen können.
 2. Bisquitähnliche Form.
 3. Keilförmige granulirte Herzzelle.
 4. Schwach granulirte Herzzelle.
 5. Rundovale Form dieser Zellenart.
-