

Über das Nervensystem, welches die inneren Organe mit dem Rückenmark verbindet, und die verschiedenen während der visceralen Erkrankungen vorkommenden Reflexvorgänge vermittelt.

Von

Prof. Michael Lapinsky, Zagreb.

(Eingegangen am 31. Januar 1927.)

Empirisch weiß man sehr gut, daß eine viscerele Erkrankung von einem peripherischen Reflexvorgang begleitet werden kann. Ein solches Reflexsyndrom kann vasomotorischer Natur sein, eine Sensibilitätsstörung darstellen — seinen Ausdruck in den tonischen oder klonischen Zuckungen finden — dem Patienten große, und zwar periphere Schmerzen verursachen, sich als Neuralgie oder Myalgie, oder Arthralgie, Tic, Vertigo usw. gelten lassen. Man bleibt aber dabei erklärungsbedürftig, von welcher Seite die visceralen Reizwellen kommen sollen, damit die spinalen oder cerebralen Zellengruppen ihr Gleichgewicht verlieren und damit sie die benannten klinischen Symptome dadurch zutage bringen können. Da die betreffenden funktionierenden speziellen Zellengruppen im Rückenmark ihre besondere Lage haben, wobei die einen dorsalwärts, die anderen dagegen ventralwärts leichter für diese visceralen Wellen erreichbar sind, so ist die Frage ganz angebracht, durch welche Wurzeln diese Reizungen rückenmarkswärts fließen sollen, ob dabei mehr die vorderen als die hinteren Wurzeln oder umgekehrt in Anspruch genommen sind? Andererseits tritt auch ein anderes Problem auf, und zwar, welches von beiden Systemen diese peripherischen Ausstrahlungen vermittelt. Ob diese Verrichtungen nur durch das cerebro-spinale Nervensystem allein besorgt werden, oder auch das sympathische dabei im Spiele sein kann. Da dieses letztere als eine Einheit an und für sich betrachtet werden muß, so fragt sich weiter, wo liegen die Ketten, welche diese beiden Systeme verbinden, seit wann diese Vereinigungen bestehen, auf welche Weise sind sie entstanden usw.?

Es erregt das Interesse noch eine andere Frage, und zwar, warum sich die einen visceralen Erkrankungen durch die vasomotorischen Symptome in der Peripherie äußern, warum die anderen dabei die Schmerzen oder Zuckungen, Muskelspannungen, Anästhesien oder Hyperästhesien hervorrufen? Wird diese Elektivität vielleicht dadurch verursacht, daß es dabei spezielle Zellengruppen in eine Er-

regung geraten und ihre Reaktion in dieser elektiven Weise zutage treten läßt? Wird vielleicht anderseits diese elektive Reaktion durch die anatomische Lage dieser Zellengruppen und der sie anregenden Zentripetalen, welche die visceralen Reizwellen zuleiten, hervorgerufen? Werden vielleicht die betreffenden visceralen Zentripetalen im Rückenmarksgrau (auch in anderen Nervenzentren) in der Nähe spezieller Zellengruppen zu liegen kommen und wird die elektive Irradiation auf diese Weise vorbedingt? Liegt also nicht hier der Grund des Polymorphismus der peripherischen Symptome in der anatomischen Lage beider Komponenten, d. h. der Zellengruppen und betreffender Zentripetalen? Muß man nicht die Aufklärung der erwähnten Erscheinungen in dem Ursprung dieser Letzten an der bestimmten Stelle des Rückenmarksgrau suchen? Und wenn das so ist, ist es nicht eine Vorbedingung eines Gesetzes, welches, solange der Tierorganismus lebt, dafür sorgt, daß eine viscerele Reizwelle ein bestimmtes Segment, und zwar an einer bestimmten Sitzlage spezielle Zellengruppen trifft und dadurch immer dasselbe Syndrom zum Vorschein bringt?

Wenn aber von der Lage der endlichen Aufsplitterung einer zentripetalen visceralen Faser so viel abhängt, ist es auch nicht weniger wichtig, sich über den Sitz des trophischen Zentrums dieser Fasern klar zu werden? Aus einem solchen genauen Ergebnis kann der Kliniker viele Schlüsse ziehen. Wenn z. B. das trophische Zentrum der betreffenden Zentripetalen im Rückenmark liegt, ist dieses Zentrum für einen ausbreitenden visceralen infiltrierenden Prozeß unerreichbar, so kann bis zum Lebensende die visceralen Reizungswellen dem Rückenmark zuleiten resp. einen peripherischen Reflexvorgang zutage treten lassen oder denselben unterhalten. Liegt aber das trophische Zentrum der betreffenden Zentripetale in der Bauchhöhle, in einem prävertebralen Ganglion, wird seine Tätigkeit in dem Moment aufhören, wo die nähernde bösartige Infiltration dieses Ganglion umringt und durchdringt, gleichzeitig aber kommt auch das dieses Zentripetale vermittelnde periphere Reflexorgan zum Stillstand.

Von dem Standpunkte einiger Gelehrter ist z. B. noch gar nicht vollkommen entschieden, in welchem Wege, d. h. ob über die hinteren oder über die vorderen Rückenmarkswurzeln, die visceralen zentripetalen Fasern in das Rückenmark münden.

In seinem diesbezüglichen Artikel berichtet nämlich *Walter Lehmann*, daß die sensiblen visceralen Fasern über die ventralen Wurzeln das Rückenmark beim Menschen erreichen. Dieser Autor fand bei einem Menschen, nach dem man ihm die hinteren Halswurzeln durchschnitt, daß die Schmerzempfindlichkeit dadurch nicht gestört wurde, und schließt daraus, daß die visceralen Schmerzfasern auch durch die vorderen Wurzeln in das Rückenmark eintreten. Dasselbe hat *Lehmann* auch bei einem Hunde beobachtet, welchem er sämtliche hinteren Hals- und Brustwurzeln reseziert hat. Seine Schlußfolgerungen haben noch eine kräftigere Be-

stätigung in einem Kontrollversuch gefunden, wo er nach Durchtrennung ventraler Wurzeln, D. V—IX, den Magen, die Milz und die Blase ganz gefühllos gefunden hat. Auch Förster berichtet über einen Fall, wo die Nn. supraclaviculares, cutanei colli, auricularis magnus et occipitalis minor ihre Schmerzleitung nicht eingebüßt haben, trotzdem die hinteren cervicalen Wurzeln I—IV durchgeschnitten worden waren. Ähnliches stellte auch Shäwe fest usw.

Ebenso wichtig erscheint auch die Frage über die Angehörigkeit der zentripetalen visceralen Fasern zu einem speziellen Nervensystem. Es gibt nämlich Gelehrte, wie z. B. Gaskel, Langley, Ramon Y Cajal (S. 252) und andere mehr, die die zentripetalen visceralen Fasern zu den cerebrospinalen rechnen. Diese Autoren meinen, daß dem sympathischen Nervensystem nur die motorische Tätigkeit obliegt; um diese Funktion in den reflektorischen Akten aufzuweisen, kommt ihm als Vermittler das cerebrospinale System zur Hilfe, und zwar diejenigen Myelinfasern, deren trophische Zentren in dem Spinalganglion liegen. Für echte sympathische Elemente halten diese Autoren nur solche viscerale Nervengebilde, welche keine sensorische Zellen in ihrem Verlaufe enthalten und mindestens aus zwei peripherischen Neuronen bestehen. Da die meisten zentripetalen visceralen Fasern ohne Unterbrechung resp. ohne Einschalten anderen Neurons das Rückenmark erreichen, so schließen sie sich daher aus dem sympathischen System aus und müssen in das cerebrospinale System eingeschrieben werden. Diese Frage klarzulegen ist deswegen wichtig, weil je nach der Kategorie, in welche diese Gebilde einregistriert werden, auch die einen oder die anderen Eigenschaften dieser Gebilde zum Vorschein kommen und werden je nachdem spezielle Ansprüche erhoben. Es gebührt nämlich dem cerebrospinalen System die Möglichkeit, auch mit der Gehirnrinde, obwohl nicht in direkter, aber genug kurzer Verbindung zu stehen, während das viscerale System keine solche Fähigkeit besitzt und muß seine Reizungen dahin auf einen großen Umweg fortleiten. Wenn man auf dem Standpunkt steht, daß die zentripetale Tätigkeit des visceralen Systems mit Hilfe der cerebrospinalen Fasern vorgeht, so braucht das letztere keine Hilfe bei der Schmerzirradiationsvorrichtung zu suchen, um dem Bewußtsein über seine Erlebnisse und Störungen zu berichten, indem dieses System statt einen langen Umweg eine direkte Bahn dazu in den cerebrospinalen Fasern hat.

Von diesem Standpunkte wäre es sehr wichtig zu entscheiden, ob die Meinung von Gaskel, Langley, Ramon Y Cajal u. a. (welche das viscerale System nur aus den motorischen Neuronen bestehend betrachten), nichts weiter als eine künstliche Klausel ist, welche durch anatomische, embryologische und andere Ergebnisse mehr noch zu erhärten wäre. Mit der Annahme, daß die zentripetalen visceralen Nervenfasern dem cerebrospinalen Nervensystem angehören, stehen aber in vollem Widerspruch die klinischen und experimentellen Ergebnisse, welche be-

weisen, daß die inneren Organe keine solche Sensibilität zeigen, welche für das cerebrospinale System charakteristisch ist, anderseits aber weisen die visceralen Körperteile soviel Empfindlichkeitsvermögen auf, daß es nicht möglich ist, dem visceralen System jede Fähigkeit der Wahrnehmung und zentripetalen Leitungstätigkeit abzusprechen.

Am leichtesten wäre der Frage der Angehörigkeit der betreffenden Nerven-gebilde und deren sensibler Natur näher zu kommen, das Eruiere des Ursprungs dieser sensiblen Nervenelemente, und zwar auf dem embryologischen Wege.

Camus z. B. kam nach seinen Untersuchungen an den Froschembryonen zu der Überzeugung, daß sich die sympathischen Ganglienzellen aus dem Mesenchym entwickeln resp. differenzieren, und zwar an der Stelle selbst, wo sie auch später, d. h. an beiden Seiten der Aorta gefunden werden. Das sympathische Nervensystem sei, seiner Meinung nach, ein ganz selbständiges Gebilde und stehe mit dem Rückenmark, was seine Entwicklung und Ursprung anbelangt, in keinem Zusammenhange. Erst später, aber noch im embryonalen Stadium, wachsen die beiden Nervensysteme zusammen. Von diesem Standpunkte, obwohl der Autor selbst keine solchen Schlüsse zieht, können weder zentripetale noch zentrifugale Fasern des visceralen Systems zu dem cerebrospinalen Nervensystem gerechnet werden. Ähnlicher Meinung soll auch *Bruni* sein, der auch für den mesenchymatischen Ursprung des sympathischen Nervensystems Stellung nimmt.

Remack und auch *Götte* behaupten, daß der Grenzstrang nicht ektodermalen Ursprungs, wie das vom cerebrospinalen Nervensystem bewiesen ist, sondern mesodermaler Abstammung ist, sich in situ entwickelt hat und seinem Ursprung nach keine Beziehung zu dem cerebrospinalen System hat. *Peterson* verteidigt diese Meinung und hebt hervor, daß der Grenzstrang des N. sympathicus in seiner Entwicklung den cerebrospinalen Nerven vorausgeht und deswegen vollkommen von dem Rückenmarke unabhängig ist. Auch *Bond* schreibt dem sympathischen Nervensystem eine mesodermale Herkunft zu.

Fusari spricht von einer sekundären Zulötung des Grenzstranges des sympathischen Nervensystems mit dem Rückenmark, indem er sich vergewisserte, daß der Grenzstrang in der embryonalen Periode schon vor der Entwicklung der vorderen Spinalwurzeln besteht.

Auch *Mackenzie* schreibt dem sympathischen Nervensystem eine selbständige Entstehung zu. Nach seiner Hypothese (S. 16) entspricht das primär angelegte Nervensystem dem sympathischen, während das später entwickelte sensorisch-motorische dem cerebrospinalen Nervensystem entspricht.

A. Celestino da Costa kommt auch auf Grund seiner Untersuchungen zu der Annahme einer selbständigen Entstehung des Grenzstranges. Er fand nämlich bei Embryonen von Fledermäusen, daß die sympathischen Ganglien des Grenzstranges zu einer embryonalen Periode schon erkennbar sind, während die entsprechenden Teile des cerebrospinalen Nervensystems, und zwar spinale Ganglien und spinale Nerven, gar nicht zu dieser Zeit so weit sind und keinen Zusammenhang mit diesen cerebrospinalen Gebilden zeigen.

Nach *Jones* unterscheidet sich in den Grenzsträngen des sympathischen Systems in bezug auf die Entwicklung dieses Gebildes die frontale und dorsale Seite. Der frontale Teil entwickelt sich, was man besonders auf der Höhe der II. Spinalnerven sieht, aus den Nervenzellen, welche im Mesoderm zerstreut liegen. Der dorsale Teil entsteht aus den Zellen, die der Aorta entlang auftreten. Diese Zellen erleben bald verschiedene Differenzierungsprozesse, sammeln sich zusammen und bilden den Grenzstrang des sympathischen Nervensystems.

Auch *Löwy* (S. 408) äußert sich für eine unabhängige Entwicklung des sym-

pathischen Nervensystems im Gegensatz zum N. vagus, dessen Zentralkern von seinem Anfang an auch bei niederen Vertebraten in der Medulla oblongata liegt.

Diesen Gelehrten zufolge kann also keine Beziehung zwischen dem cerebrospinalen System, welches ektodermalen Ursprungs ist, und dem visceralen Nervengebilde, dessen Entstehung im Mesenchym oder im Mesoderm zu suchen ist, bestehen.

Anderseits besteht eine große Gruppe Gelehrter, die Neigung hat, das sympathische Nervensystem für nichts weiter als für die Verlängerung des cerebrospinalen Nervensystems zu halten, und zwar entweder dadurch, daß die sympathischen Zellen aus dem Rückenmarke auswandern, um die sympathischen Ganglien resp. Geflechte zu bilden, oder diese letzteren durch Proliferation und Differentiation der Spezialzellen aus den Spinalwurzeln also in situ entstehen.

Balfour überzeugte sich am Embryon primitiver Fische davon, daß die sympathischen Ganglienzellen aus Spinalganglien hervorgehen. Da diese letzteren ihrerseits Abkömmlinge des hinteren Rückenmarksgraus sind, so müssen folglich auch die Zellen des sympathischen Nervensystems cerebrospinaler Herkunft sein. *Dohrn* bestätigt diese Beobachtungen *Balfours* an Selachiern.

Hoffmann kommt zu dem Schluß, daß die Anlagen des sympathischen Grenzstranges bei Selachiern nichts weiter sind als zellige Ausbreitungen gemischter Spinalnerven, wo die motorischen, sowie auch die sensorischen Elemente in gleichem Maße bei der Bildung des Grenzstranges teilnehmen. Der Autor glaubt aber, daß der Anteil der sensorischen Elemente den der motorischen überwiegt.

Zu dem nämlichen Ergebnis wie *Balfour* kommt auch *Rabl*, der ganz ebenso die Herkunft der sympathischen Nervenzellen aus Intervertebralganglien verzeichnet. Ähnliche Schlüsse lassen auch die Untersuchungen *Schenk-Birdgolls* ziehen, denen zufolge die sympathischen Ganglienzellen vorgerückte Graumasse des Rückenmarks (aber auch der Hinterhörner) darstellen.

Onody stellte die Entwicklung von Intervertebralganglien aus plattenförmigen an dem Dorsalteil des Hinterhornes sich findenden Ganglienzellen fest: er beobachtete die weitere Abschnürung von Zellketten, die späterhin zu sympathischen Ganglien werden, aus denselben.

Sagemell untersuchte Embryonen von *Lota vulgaris* und fand, daß die sympathischen Ganglien den Intervertebralganglien eng anliegen; auf Grund ausgedehnter Studien derartiger Präparate gelangte dieser Autor zu dem Schluß, daß die Fasern des sympathischen Grenzstranges von Fortsätzen der Spinalwurzeln und Intervertebralganglien gebildet sind.

Die Abstammung der sympathischen Ganglien aus den intervertebralen findet auch darin eine Bestätigung, daß bei dem *Amphioxus*, bei dem das Vorhandensein von Intervertebralganglien nach *Onody* nicht erwiesen ist, dementsprechend sowohl sympathische Ganglien als auch der sympathische Grenzstrang fehlen.

A. Kohn überzeugte sich an Kaninchenembryonen davon, daß der *Ramus communicans griseus* beim Embryo, welcher bekanntlich in nächster Beziehung zu dem Spinalganglion steht, aus Zellen bestehe. Die Ganglien des sympathischen Grenzstranges gehen seiner Ansicht nach gerade aus diesem Zellenstrang, infolge eines progredienten Vorwärtswachstums desselben (offenbar vermöge seines ursprünglichen zelligen Bestandes) hervor. Aus den Zellen desselben entstehen die Ganglien des sympathischen Grenzstranges, aus den letzteren aber die Plexusganglien (S. 148). Das nämliche verzeichnet er auch hinsichtlich der Selachier, der Vögel und der Säugetiere. Die primäre Anlage des primordialen Sympathicusstranges bei Selachiern ist rein zellig, später erst wird er faserig. Das nämliche

kommt auch bei Vögeln und bei Säugetieren zur Beobachtung. Die im Spinalganglion oder im zelligen (später zum Ramus communicans sich wandelnden) Verbindungsstrang liegenden Zellen werden entweder zu Ganglienzellen oder zu Kernen der Schwannschen Scheiden.

Der Meinung *Marshall's* nach ist das sympathische Nervensystem bei Fröschen und Hühnchen, und zwar in embryonalen Stadien derselben nichts weiter, als ein Sprößling cerebraler und spinaler Nervenwurzeln. Diese letzteren enthalten nämlich Zellen, die sich in Aggregate und Ganglien sammeln, welche sich miteinander durch lange Commissuren verbinden.

Bei den Embryonen von *Lacerta* und bei Hühnchenembryonen konnte *Neumayer* die Anlage der Grenzstränge in Form von Zellenauswüchsen feststellen, welche sich als gangliöse Auftreibungen an den Spinalwurzeln entwickeln. Diese Auftreibungen werden später Grenzganglien und verbinden sich miteinander durch zellige Commissuren. Auf diese Weise also entstehen sympathische Grenzstränge.

A. Kuntz meint, das sympathische Nervensystem sei kein Nervenmechanismus, welcher von dem zentralen Nervensystem ganz abgetrennt stehen kann. Es gibt, seiner Meinung nach, nur das eine (und das ganze) Nervensystem, dessen einer Teil das sympathische System ist; dieses letztere ist seiner Funktion nach auch den anderen zentralen Nerventeilen vollkommen homolog, hat zentripetale und zentrifugale Nervenorgane und besorgt die normale Tätigkeit der vegetativen Funktionen (The sympathetic nervous system arise as an off shoot from the cerebrospinal nervous system).

Die Autoren, welche an der Annahme der Entstehung der sympathischen Ganglien in situ festhalten, werden besonders auf die Befunde mitotischer Figuren in den sympathischen Anlagen und in zellenartigen Auftreibungen an den Spinalwurzeln gestützt. Es folgt aus ihren Angaben, daß die zentrifugalen wie auch die zentripetalen sympathischen Nervenorgane identischen Ursprungs sind. Während einige Gelehrte den zentripetalen und den zentrifugalen visceralen Nervenarten mesodermale oder mesenchymale Herkunft zuschreiben, halten andere Gelehrte motorische und sensible sympathische Gebilde für Verlängerung oder für Sprößling des Rückenmarksgraus. Da diese beiden Nervenelemente dieser Anschauung nach derselben Herkunft sind, so hat man keinen Grund, die zentripetalen und die zentrifugalen Fasern in zwei verschiedene Kategorien ihrem Ursprung nach zu unterscheiden.

Die meisten Embryologen schreiben die Herkunft des sympathischen Systems dem Wanderungsprozeß der Nervenzellen, die den spinalen Wurzeln entlang in den ersten Tagen des embryonalen Lebens aus dem Rückenmark migrieren und auf diese Weise die Anlage der sympathischen Ganglien und Geflechte bilden. Solcher Meinung sind nämlich *Balfour*, *Beard*, *Dohrn*, *Herrick*, *Frölich* u. a. Einige von diesen Autoren legen Wert besonders auf die Zellen, die den vorderen Wurzeln entlang herabsteigen, andere dagegen auf die, welche auf ihrer Wanderungsfahrt in den hinteren Wurzeln getroffen werden. *Frölich* z. B. beobachtete diese Wanderzellen in den ventralen Wurzeln und glaubt deswegen, daß das ganze sympathische Nervensystem ein Schöpfungsprodukt der ventralen Hälfte des Medullarrohrs ist. *Balfour* beschreibt dagegen den Wanderungsprozeß aus den hinteren Hörnern des Rückenmarkes.

His und auch *Onody* erkennen die Zellenwanderung nur aus Spinalganglien, *Barden* auf den Säugerembryonen beobachtete Zellmigration aus dem Neuralrohr und aus den Spinalganglien.

Harrison hat sich in seinen Studien dieser Frage bemüht, den Ausgangspunkt der Wanderung zu definieren, und kommt zu dem Schlusse, daß die migrierenden

Zellen nicht aus dem Inneren des Neuralrohres, sondern von den peripherischen Schichten desselben entstammen. Seiner Meinung nach haben die sympathischen Neurone, und zwar die des Grenzstranges, der visceralen Geflechte und der sympathischen Ganglien ihren Ursprung in den ventralen Teilen des Neuralrohres. *Held-Markus* sind dagegen der Meinung, daß die Wanderzellen, welche in den ventralen Spinalwurzeln konstatiert werden, keine Rolle in dem Aufbau des sympathischen Nervensystems spielen. Der Grenzstrang und andere Teile dieses Systems seien nichts anderes, als Sprößlinge der Spinalganglien. *Rabl* geht auf Grund seiner Beobachtungen über den Wanderungsprozeß so weit, daß er in den Ganglien des Grenzstranges eine direkte (bei Fischen) Verlängerung der Spinalganglien sieht. *His* behauptet, daß der sympathische Grenzstrang sich bei allen Vertebraten durch Zellenwanderung aus den Spinalganglien entwickelt. *Schenk* und *Birdgoll* erweiterten diese Forschungen in einer weiteren neuen Richtung und wiesen nach, daß die Zellen des sympathischen Nervensystems nicht allein bei niederen Wirbeltieren, sondern auch beim Menschen durch Wanderung aus den Intervertebralganglien entstammen.

Markus hat bewiesen, daß die von *Froriep* in den ventralen Wurzeln beobachteten Zellen nicht aus dem Inneren des Neuralrohres, sondern aus den Randteilen desselben treffen. Bei jungen Embryonen *Torpedos* sah er nämlich Zellenzüge, welche die Zellengruppen in den ventralen Wurzeln mit der Neuralrohrperipherie zusammenbanden. Aus dieser Tatsache schloß er, daß nicht das zentrale Rückenmarksgrau, sondern die peripheren Teile der Rückenmarkanlage die einzige Ursprungsquelle der Zellen sind, welche bei der Ausbildung des sympathischen Neuronen beteiligt.

A. Kuntz stellte bei den Schweineembryonen, und zwar in den dorsalen und ventralen Wurzeln migrierende Zellen fest. Er beobachtete auch Zellen, welche aus den Spinalganglien stammen und den hinteren Wurzeln entlang zogen, und stellte fest, daß kein Unterschied zwischen den ersten und den zweiten vorliegt. Jede Migration hört aber seiner Untersuchung nach auf, sobald der Embryo ein gewisses Reifungsstadium erreicht.

Der Meinungsunterschied über den Ursprung des sympathischen Systems wurde noch stärker und die Kenntnisse in dieser Beziehung wurden noch dunkler, als *Harrison* gezeigt hatte, daß die aus den peripherischen Teilen des Neuralrohres wandernden Zellen nur bei der Bildung Neurilems anteilnehmen. *Barden* und auch *Neal* kommen auch zu der Überzeugung, daß die aus den Spinalganglien, sowie auch aus dem Neuralrohr migrierenden Zellen zum Aufbau des Neurilems dienen.

Kölliker, welcher zuerst die mesodermale Herkunft des Neurilems verteidigte, trat zuletzt mit der Annahme auf, daß einige aus den Spinalganglien migrierende indifferente Zellen zur Entstehung des Neurilems, und zwar der sensiblen Fasern beitragen, so daß dem Neurilem der ektodermale Ursprung zugeschrieben werden muß. Außerdem unterscheidet derselbe Autor auch spezifische Wanderzellen, welche zum Aufbau edler sympathischer visceraler Teile beitragen. Während *Kölliker* das ektodermale Neurilem nur bei sensiblen Nerven gefunden zu haben glaubte, hat *Carpenter* gezeigt, daß die migrierenden Zellen medullären Ursprungs sind, und zwar bei Vögeln das Neurilem auch motorischer Nerven, nämlich des III. und VI., bilden können. Auch *Kuntz* ist derselben Meinung. Er beobachtete migrierende Zellen und mitotische Figuren in denselben nicht nur in ventralen, sondern auch in hinteren Wurzeln, und auch in den Wurzeln von den Nerven X und XI. Er meint, daß ein Teil der indifferenten Wanderzellen sich in situ in die Neurilemzellen verwandeln.

E. Müller und *Sv. Ingvar*, um die Frage zu entscheiden, welchen Ursprungs die Ganglien des Grenzstranges sind, haben bei dem Hühnchenembryo am 2. Tage

der Inkubationsperiode den hinteren Teil des Neuralrohres samt Ganglienleiste elektrolitisch vernichtet, ohne damit die weitere Entwicklung des Embryos zu beschädigen. Als die Autoren am 4. Tage der Inkubationsperiode den Embryo der mikroskopischen Untersuchung unterworfen haben, haben sie die geplanten Störungen der hinteren Hörner und aller anderen hinterliegenden Teile des Rückenmarkes festgestellt, gleichzeitig aber haben sie noch andere viel mehr vorne liegende Teile vermißt, welche durch die Elektrolyse nicht erreicht werden konnten. Diese Teile, deren Entwicklungshemmung resp. deren völliges Ausbleiben der erwähnten Operation direkt nicht zugeschrieben werden konnte (weil die elektrolitische Wirkung sich nur auf die hintere Seite des Neuroprozesses beschränkte), waren die Ganglien des sympathischen Grenzstranges und die Spinalganglien; die ventralen Wurzeln zeigten dagegen ganz normales Aussehen. Aus diesen Versuchsergebnissen schließen die Autoren mit vollem Recht, daß die Ganglien des Grenzstranges das Schöpfungsprodukt der spinalen Ganglien sind; diese letzteren sind ihrerseits durch die Wanderzellen gebildet, welche den Hinterhörnern abstammen. Durch diese Studien bestätigen *E. Müller* und *E. Ingvar* die Anschauungen von *Abel*, *Gaufieri*, *Held*, *Markus* und auch teilweise *Neal* und *Kuntz*. Von anderer Seite werden die Beobachtungen *Kohns* und *Neumayers*, welche die Zellenmigration aus dem Rückenmarke verneinen, vollkommen umgeworfen.

Diese Versuche lösen auch die Zweifel über die Bedeutung jener migrierenden Zellen, die bei der Neurilembildung teilnehmen und sich durch mitotische Teilungsfiguren auszeichnen. Mag sein, daß es auch einige indifferente Zellen in der großen Zahl migrierender Elemente gibt, welche auch das Neurilem herstellen. Der Hauptsache nach sind die wandernden Zellen dazu bestimmt, um die Zellen in den Spinalganglien und Grenzganglien und auch die hinteren Wurzeln zu schöpfen. Sollte das letztere nicht der Fall gewesen sein, hätte *E. Müller* und *Jv. Ingvar* in seinen Versuchen nur die Fasern und andere vom Neurilem umgebene Gebilde vermißt, die Ganglienzellen resp. die intervertebralen Ganglien und diejenige des Grenzstranges sollten dagegen vorhanden sein.

Diese Arbeit von *Müller-Ingvar* widerlegt vollkommen die Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen von *A. Kuntz*, *O. Ranson*, welche nach einem Eingriffe am Rückenmarke des Hühnchenembryo Läsion des Hinterteiles des Rückenmarks erreichten, ohne daß dadurch die Entwicklung der Ganglien des Grenzstranges auf irgendeine Weise bei dem Embryon beschädigt wurde. Da die Spinalganglien und die hinteren Wurzeln bei dem Versuchsembryon von *Kuntz-Ranson* fehlten, so zogen die Autoren den Schluß, daß die sympathischen Ganglien des Grenzstranges aus den ventralen und lateralen grauen Teilen des Rückenmarkes stammen. Die Arbeitsergebnisse von *Müller-Ingvar* erklären resp. erweitern die Bedeutung einiger früherer Untersuchungen von *A. Kuntz*, welche bei den Embryonen der Schildkröte bewiesen haben, daß die sympathischen Grenzstränge und Plex. praevertebrales ihren Ursprung den Wanderzellen aus den Spinalganglien und teilweise auch aus dem Rückenmark zu verdanken haben. Dem Rückenmark, und zwar den ventralen Teilen seiner grauen Masse schreibt *Kuntz* die Anteilnahme nur an der Bildung der motorischen Neurone des sympathischen Nervensystems zu, und spricht nichts von dem Ursprung sensibler Elemente; wenn er aber den Spinalganglien dabei auch eine aktive Rolle zumutet, so versteht es sich von selbst, daß auch die hinteren Teile der rückenmarksgrauen Masse in der Schöpfung der prävertebralen Ganglien und überhaupt des visceralen Nervensystems tätig sind, weil die Spinalganglien selbst das Produkt der Hinterhörner sind.

Daß die *hintere graue Masse des Rückenmarkes* der Ursprungsort der sensiblen Neurone sein kann, deren Ziel aus den visceralen Höhlen oder aus der Peripherie verschiedene Reizungen zentripetal leiten zu können, kann man auch aus den Studien *Retzius'* ersehen. Dieser Gelehrte fand nämlich bei *Amphioxus*, daß die

sensiblen Hautfasern *nicht in den Spinalganglien, sondern im Hinterhorn ihr trophisches Zentrum haben*. Auch beim Frosch wurde bewiesen, daß einige sensible Hautfasern ihre Heimstation in den Hinterhörnern haben. Mutmaßlich sollten die sensiblen Zellen für die Hautinnervation sich in den Spinalganglien niederlassen, irgendeine Störung in der Foetalperiode hielt aber diese Zellen an der Stelle an, wo sie zuerst entstanden sind; auf diese Weise kann man sich erklären, daß die sensiblen Hautnerven beim Frosche ihr trophisches Zentrum nicht in den Spinalganglien besitzen. Auch bei einigen primitiven Fischen hat derselbe Autor ebenso mehrmals konstatieren können, daß die im Inneren des Neuralrohres liegenden Zellen ihre sensiblen Neurone in die Haut direkt und nicht durch die spinalen Ganglien aussenden.

Sherrington stellte bei Petromisont, Frosch und Kücklein fest, daß die hinteren Wurzeln ihres Rückenmarkes afferente Fasern besitzen, deren trophisches Zentrum (bipolare Zellen) ganz intraspinal liegen. Der peripherische Zellfortsatz dieser Zelle verläuft also in der hinteren Wurzel, während der zentrale Fortsatz ganz intraspinal beginnt.

Auch andere Autoren haben, und zwar bei *erwachsenen Tieren*, Befunde gemacht, welche auf den Heimatsort der sensiblen sympathischen Elemente in der grauen Masse des Rückenmarkes weisen.

Roux fand nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln des unteren Teiles des Dorsalmarkes, und zwar proximal der Spinalganglien, eine Degeneration der feinen Myelinfasern in dem Grenzstrange. Da diese Degeneration infolge einer Durchschneidung der hinteren Wurzeln zustande kam, so konnte man daraus schließen, daß diese Fasern zentripetaler Natur sind. Da aber weiter diese Fasern bei der Wurzeldurchschneidung zwischen dem Rückenmark und dem Spinalganglion distalwärts degeneriert gefunden sind, so geht daraus hervor, daß das trophische Zentrum dieser degenerierten, also zentripetalen Fasern, in den hinteren Teilen des Rückenmarks — seiner grauen Masse — liegt.

Auch *Edgeworth* meint, daß die trophischen Zentren der dicken zentripetalen Myelinfasern in den hinteren grauen Massen des Rückenmarkes, und zwar in der Clarkeschen Säule liegen können. (Zu solchem Urteile wurde der Autor durch die Erwägung geleitet, daß die Zahl dieser Fasern mit der Zahl der Clarkeschen Zellen in voller Parallele steht.)

Vulpian fragt sich, indem er über die Befunde *Jakubowićs* betreffs medullärer sympathischer Zellen berichtet, ob es nicht richtiger wäre, diese Zellen in zwei Kategorien zu verteilen. In die erste Gruppe sollten die Zellen motorischer Natur eintreten, in die zweite Klasse die sensiblen Zellen; die Nervenfortsätze dieser zweiten Kategorie — die zentripetalen also — richten sich in die visceralen Höhlen, wobei viscerale Reizungen den zentripetalen Fortsätzen entlang zulaufen. *Vulpian* nimmt also an, daß die in dem Rückenmarksgau dorsal liegenden sympathischen Zellen, welche *Jakubowić* gefunden hat, das *trophische Zentrum der zentripetalen sympathischen visceralen Nervenfasern bilden*.

Kölliker formuliert unter Bezugnahme auf die Literatur und auf seine eigenen Studien unsere Kenntnisse in dieser Richtung in der Weise, daß die zentripetalen Funktionen des visceralen sympathischen Nervensystems von Fasern verrichtet werden, die, in den Intervallen entspringend, ihre äußersten Endigungen zu den Visceralorganen entsenden. Hierüber hält es *Kölliker* für nicht ausgeschlossen, daß ein Teil der zentripetalen Fasern ihre Zentren in der grauen Rückenmarksubstanz besitzt, usw.

Aus diesen Beobachtungen und Versuchen folgt, daß die sensiblen Zellenelemente der Spinal- und Grenzganglien ihren ursprünglichen

Stammort im Rückenmarksgrau haben, woher sie, beim Foetus durch die chemotaxischen oder biotaxischen Mechanismen geleitet, den hinteren Wurzeln entlang migrieren.

Einige indifferente Zellen, welche sich bei der Schöpfung des Neurilems der Spinalwurzel beteiligen, treten aus dem Rückenmark ebenso aus, um sehr schnell in Wurzelgewebe vollkommen zu verwandeln. Andere Zellen ebenso aus dem hinteren Rückenmarksgrau, welche hauptsächlich die Sensibilität somatischer Körperteile versorgen, halten in den Spinalganglien an. Die Zellen der dritten Kategorie, welche als spezifische sympathische Zellen betrachtet werden können, sind bestimmt, die zentripetale viscerale Bahn zu bilden. *Ein Teil dieser Zellen bleibt an ihrem Ursprungsort, d. h. intraspinal zurück, der andere hält auf seiner Wanderbahn in den Spinalganglien und in den Grenzganglien an, endlich gibt es auch solche Zellen, welche von dem dorsalen Rückenmarksgrau aus in die prävertebralen Geflechte und noch weiter tiefer übersiedeln.*

Die Untersuchungsergebnisse betreffs der Zellenwanderung bei primitiven Tierorganismen lassen den Migrationsvorgang der Ganglienzellen auch bei höheren Rassen gelten und klären ihn auf. Sich auf die dargelegten Untersuchungsergebnisse stützend, kann man sich über den Abstammungsort der bei Säugerembryonen z. B. den Spinalwurzeln entlang wandernden Zellen klarmachen. Diese migrierenden Nervenlemente sollen also, wenn sie sich in den hinteren Wurzeln finden, ihren Ursprungsort in den hinteren Abschnitten des Neuralrohres haben, oder in dem ventralen und lateralen Rückenmarksgrau ihren Lebenslauf beginnen, wenn man sie in den ventralen Wurzeln trifft.

Ein besonderes Interesse haben die Gelehrten in die Frage über die sensible Natur der Nervenzellen des Grenzstranges und der Bauchgeflechte gelegt, welche den früheren Beobachtungen von *Gaskell*, *Langley* u. a. zufolge motorischer Funktion sind. Um diesen Punkt zu beweisen, hat man die Bahn der migrierenden Zellen bei niederen Tieren verfolgt und auf diese Weise ihr Schicksal und auch ihre Angehörigkeit den ventralen oder hinteren Wurzeln zu bestimmen versucht. Als eine unzweideutige Tatsache stellte es sich aus diesen Studien heraus, daß die migrierenden Zellen sich zu Zellenaggregaten sammeln, aus welchen sich die Ganglien des Grenzstranges bilden. Nach *Held* ziehen die migrierenden Zellen, und zwar bei Selachiern der inneren Seite der hinteren sensorischen Wurzeln entlang hin, welche bei diesen Tierspezies von motorischen Wurzelfasern abgetrennt liegen. Da diese Zellenelemente keine sichtbare Verbindung mit den motorischen Wurzelfasern zeigen, so hat *Held* Gründe, schließen zu können, daß diese Zellen aus den Spinalganglien stammen, und, um ihre definitive Lage in den Ganglien des Grenzstranges einzunehmen, die sensorischen Spinalwurzelfasern als Weg dazu auswählen. *Held* hält daher an der Meinung fest, daß die Spinalganglien die einzige Quelle der Zellen sind, welche sich in der Ausbildung des Grenzstranges und überhaupt des visceralen Systems beteiligen.

Kuntz hatte die Möglichkeit gehabt, den Befund *Helds* an den Embryonen der *Acatia vulgaris* zu bestätigen. Auch dieser Forscher suchte die Tierspezies auf, wo die motorischen Wurzelfasern von den sensorischen durch eine Spalte so getrennt verlaufen, daß beide Arten von Wurzelfasern sich miteinander nicht zusammenmischen. Bei Untersuchungen der Rückenmarksschnitte von Embryonen *Acantia vulgaris* stellte er fest, daß die Ganglien des Grenzstranges den sensorischen

resp. den hinteren Wurzelfasern anliegen. Auf dem Embryo von 13—15 mm sah er, wie die Nervenzellen von der hinteren Wurzel aus in die sympathischen Grenzganglienaggregate übergingen, um sich dort niederzusetzen; anderseits aber ließen sich auch andere Zellen, d. h. ebensolche Wanderzellen sichtbar machen, welche dorthin von der motorischen Wurzel migrierten und einen ganz abgesonderten Zug darstellen.

Denselben Prozeß beobachtete *A. Kuntz* auch bei *Amia calva*, wo ebenso die sensorischen resp. hinteren Wurzelfasern durch einen Zwischenraum von den ventralen Wurzelfasern geteilt liegen. Auch hier den ventralen und den dorsalen Wurzelfasern entlang ziehen die Zellen, um in das sympathische Grenzganglion einzutreten; die Zahl der sensorischen aber dahinströmenden Zellen überwiegt die der motorischen bedeutend. Bei *Opsanus* zeichnen sich die früheren embryonalen Stadien darin aus, daß die ventralen Wurzeln der Wanderzellen vollkommen enthalten, die hinteren Wurzeln dagegen von solchen Zellen besät sind.

Während *Held* die Meinung äußert, daß die hinteren resp. sensiblen Wurzelfasern der einzige Weg für die migrierenden Zellen sind, meint *Kuntz*, daß beide Wurzeln dafür einen bequemen Fahrweg darstellen; mit anderen Worten läßt der Autor zu, daß die Spinalganglienzellen ebenso wie auch die Zellen des ventralen Rückenmarksgaus bei Aufbau des sympathischen Nervensystems teilnehmen und daß das sympathische Nervensystem homolog dem peripherischen Nervensystem afferente und efferente Komponenten besitzen.

Meine eigenen zufälligen Beobachtungen an einem Froschembryo stimmen mit den angeführten überein; auch meine Präparate zeigten eine Wanderung der Ganglienzellen aus dem spinalen Rudimentgrau durch die hinteren und durch die vorderen Wurzeln gegen den primären Darm hin.

Prävertebrale sympathische Geflechte entwickeln sich, nach *Kuntz*, ebenso wie die Grenzstränge, d. h. aus den wandernden Nervenzellen. Diese migrierenden Zellen steigen also von den ventralen Rückenmarksteilen und von den sensorischen Wurzeln (resp. von den Spinalganglien) den Rami communicantes entlang in die viscerele Höhle prävertebralarwärts herab. Derselben Meinung über die Herkunft der prävertebralen Geflechte ist auch *Froiep. Courvoisier* wurde auch zu dem ähnlichen Schluß gezwungen. Seiner Meinung nach liegen die trophischen Zentren vieler in den hinteren Wurzeln verlaufenden Nervenfasern in den Grenz- und Prävertebralganglien. Als er die Rami communicantes distal von Spinalganglien durchschnitt, gingen viele von dem Schnitt proximalwärtsziehenden Wurzelfasern zugrunde. Dieses Ergebnis kann durch nichts anderes erklärt werden, als durch die Annahme, daß das trophische Zentrum dieser degenerierten Fasern in den sympathischen Grenzganglien oder in den prävertebralen Geflechten liegt. *Langley* stellte in seinen Versuchen mit Durchschneidung des S. II.—III. fest, daß ein Teil der hier vorhandenen visceralen sympathischen myelinhaltigen Fasern ihr trophisches Zentrum in den Intervertebralganglienzellen haben, dasselbe aber der anderen myelinen Fasern in den Zellen der sympathischen prävertebralen Ganglien liegt.

Barbière unterscheidet einen besonderen Zellentyp, den er auch in den Intervertebralganglien antrifft, dessen Natur aber auch er dem sympathischen Nervensystem zueignet. Nachdem *Barbière* mehrere solche Zellentypen, darunter auch unipolare, festgestellt hatte, überzeugte er sich davon, daß jene unipolaren Zellen dem sympathischen Nervensystem angehören und in keinerlei Beziehung zu den typischen dicken aus der Peripherie kommenden Nervenfasern stehen. Hingegen standen mit denselben die feinsten aus den Rami communicantes tretenden Fäden, d. h. die visceralen, in Verbindung. Nachdem sie eine engste Beziehung mit den erwähnten Zellen der Intervertebralganglien eingegangen sind, legen sich diese Fäden

zwischen die starkkalibrigen sensiblen Bahnen der hinteren Wurzeln und treten mit diesen durch die seitliche Furche ins Rückenmark ein. Da man diesen Zellentypus in den sympathischen Ganglien und in den visceralen Geflechten zu treffen pflegt, so leuchtet ein, daß sich diese sympathischen wandernden Zellen in den Spinalganglien nur zufälligerweise — im Wege nach den visceralen sympathischen Zellenansammlungen — angehalten haben und daß diese letzteren, d. h. die in den Grenz- und prävertebralen Ganglien liegenden Zellen und die in den Spinalganglien lagernden desselben Ursprungs sind.

Biedl ist der Meinung, daß die trophischen Zentren einiger visceralen zentripetalen Fasern irgendwo in den sympathischen Ganglien der Bauchhöhle liegen.

Onuf-Collins zogen aus ihrem Versuche den Schluß, daß in den hinteren Wurzeln auch solche afferente sympathische Fasern verlaufen, deren trophisches Zentrum in den Ganglien des sympathischen Grenzstranges oder der sympathischen prävertebralen Geflechte liegt.

Daß die Schmerzbahnen, welche die Bauchhöhle versorgen, ihr trophisches Zentrum nicht nur in Spinalganglien oder in Grenzganglien, sondern auch in den prävertebralen Ganglien haben, folgt auch aus Versuchen von *Laignelle-Lavastine* und *Brüning*, welche Bauchschmerzen durch Anwendung der Nicotinlösung zu beruhigen vermochten. Da Nicotin nur auf die Zellen wirkt und ihre Leitungsfähigkeit vermindert, so geht aus diesem Ergebnis hervor, daß einige sympathische sensible Zellen in den prävertebralen Ganglien liegen und daß sie ihre Axonite zentralwärts zum Rückenmark aussenden.

Ranson-Billingsley sind zu dem Schluß gekommen, daß die sympathischen myelinhaltigen Fasern von verschiedenem Querdurchmesser, und zwar nicht nur von $7,2-9\ \mu$, wie das *Edgeworth* festgestellt zu haben glaubte, sondern auch viel dünnere und auch viel dickere, und zwar von $1,5\ \mu$ bis $13\ \mu$, sensibler Natur sind. Solche Schlußfolgerungen zogen sie aus dem Versuch, in welchem sie die thorakalen Spinalwurzeln IX, X und XI proximal der Spinalganglien durchschnitten haben. Dieser Operation zufolge gingen in dem weißen Ramus communicans alle präganglionären Neuronen zugrunde, blieben aber noch viele myelinhaltige Fasern verschiedener Dicke ganz intakt zurück, welche die Autoren für sensible halten und deren trophisches Zentrum in den Spinalganglien daher lokalisieren. Diese intakt in den weißen Rami communicantes zurückgebliebenen Fasern konnten aber nicht nur in Spinalganglien ihr trophisches Zentrum, sondern, und zwar mit gleichem Rechte auch in den Ganglien des Grenzstranges und sogar in den prävertebral liegenden Ganglien besitzen, weil auch dann eine proximal von den Spinalganglien ausgeführte Durchschneidung zur Degeneration des proximalen Abschnittes derjenigen sympathischen Fasern beitragen konnte, welche z. B. in den prävertebralen Zellen ihr Neuronzentrum haben. Ein solcher Schluß konnte auch aus den Arbeiten *Michailows* abgeleitet werden, welcher nach Exstirpation von Gangl. stellatum degenerierte Fasern in den hinteren Rückenmarksträngen gesehen hat.

Auch den Untersuchungen *Graupners* (S. 281) zufolge gibt es solche sensible sympathische Nervenfasern, deren trophisches Zentrum in den Ganglienzellen der Bauchgeflechte liegt und deren zentripetale Äste im Stamme der Nn. splanchnici zentralwärts verlaufen. *Graupner* fand nämlich an einer menschlichen Leiche eine Degeneration des linken N. splanchnicus, als Folge einer organischen Veränderung des linken Ganglion semilunare.

In einem meiner Fälle mit Kompressionsmyelitis infolge Osteosarkom des XII. Dorsalwirbels wurde bei der Obduktion auch eine Metastase in dem Colon transversum und dabei auch eine Infiltration

der prävertebralen Geflechte, den Plexus solaris inbegriffen, festgestellt. Bei genauer mikroskopischer Untersuchung dieses Falles fand ich, daß in einem N. splanchnicus (linken) sehr viele myelinhaltige Fasern (Fixage in Flemingscher Flüssigkeit) degeneriert waren. Auch die hinteren Wurzeln D. IV, V, VI, VII links zeigten mehrere Fasern (nach *Kulčický* und *Marchi*) große Schollen zerfallenen Myelins. Die vorderen Wurzeln und Spinalganglien (Pikrocarmin, saures Hämatoxylin) wiesen keine Veränderung auf. In den IV.—VII. thorakalen Rückenmarksegmenten fand sich ein normaler Zustand der Pia mater und Dura mater und des ganzen Querschnitts des Rückenmarks mit Ausnahme der Goll-Burdach und Gowersschen Stränge. Die festgestellte Degeneration der Nn. splanchnici und der hinteren Wurzeln konnte als Folge des Angegriffenseins der sensiblen Zellen im Plexus solaris erklärt werden, deren degenerierte Fortsätze im Rückenmark gefunden wurden.

Laignelle-Lavastine hat bei den von ihm experimentierten Tieren eine Degeneration der hinteren Wurzeln bei voller Intaktheit der Spinalganglien gefunden, nachdem er bei ihnen den linken Grenzstrang auf einer Strecke entfernt hat. Das Zugrundegehen der Fasern in den hinteren Wurzeln nach dieser Ablatio des linken Grenzstranges und dabei bei intakten Spinalganglien will *Laignelle-Lavastine* durch das Abtrennen dieser Fasern von ihrem trophischen Zentrum, welches nicht in den Spinalganglien, sondern entweder in den Ganglien des Grenzstranges oder in dem Plexus praevertebrales liegen sollte. Aus seinen Versuchen zieht *Laignelle-Lavastine* in Übereinstimmung mit den Befunden *Dogiels* sensibler sympathischer in der Bauchhöhle liegenden Zellen den Schluß, daß solche Zellen sich wirklich in den sympathischen Ganglien, und zwar in den Bauchgeflechten befinden müssen.

In einem klinischen Falle von Neurofibromatose des sympathischen Nervensystems der Brust- und Bauchhöhle fanden *Limon-Hoche* eine Degeneration sämtlicher sympathischen Ganglien und Knoten in Thorax und Abdomen und des Grenzstranges in seiner ganzen Ausdehnung auch die Halsganglien mit inbegriffen. Diese Teile hatten sich zu großen, derben die Dimensionen des Normalen um das zwei- bis dreifache übersteigenden Gebilden gewandelt; Hirn und Rückenmark, die Hirnnerven, sowie die vorderen und hinteren Wurzeln waren dagegen vollkommen normal; in striktem Gegensatz hierzu waren aber die Intervertebralganglien ebenfalls von einem neurofibromatösen Prozesse ergriffen. Auf Grund dieses Umstandes, d. i. dessen, daß der Prozeß sich primär im sympathischen Nervensystem ausgebreitet hatte, stellt der Autor eine Verwandtschaft und engste Beziehungen zwischen dem Zellbestande der Intervertebralganglien und dem der visceralen sympathischen Plexi und Knoten fest. Da die Spinalganglien sich durch eine sensible Tätigkeit auszeichnen, so kommt daher eine solche, wenn auch teilweise, auch den Zellen der sympathischen Visceralganglien zu.

His jun. kam an der Hand seiner Studien über die Entwicklung des Herzens der Tiere zu dem Schluß, daß die ins Herzzinnere eindringenden sympathischen Fasern sensorische Funktion besitzen müssen. Beobachtungen am embryonalen Herzen führten den Autor zu der Überzeugung, daß die Bewegungen des Herzens durch autochthone Muskelkontraktionen noch vor dem Eindringen sympathischer Zellen in dasselbe vor sich gehen. Hieraus folgert der Forscher, daß die sympathischen Zellen des Herzens samt ihren Ausläufern sensorische Funktion besitzen und den zentripetalen Schenkel des Reflexbogens bedienen. Diese Meinung

findet ihre Bestätigung in den *Köllikerschen* Schlußfolgerungen, welcher eine motorische Funktion nur den großen sympathischen Zellen beilegt (S. 83). Den anderen, d. i. den sympathischen Zellen von geringerer Dimension kommt füglich, seiner Ansicht nach, (in der Herzwandung) die sensorische, d. i. zentripetale Funktion zu. Diese Erwägung *Köllikers* kann auch auf die visceralen Geflechte und Grenzganglien ausgebreitet werden, wo zwischen den großen sympathischen Zellen auch kleine Typen in großem Maße vorgestellt sind.

In klinischer Hinsicht sind diese Ergebnisse von einer großen Wichtigkeit. Manchmal beobachtet man in der Klinik auch solche viscerale Erkrankungen schwerer Natur, welche von keiner Irradiation und von keinem peripherischen Reflexvorgang begleitet werden. *Head* fand, daß auch die Körperoberfläche für solche innere Erkrankungen reaktionslos bleibt und inwiefern darüber ein Urteil aus dem Vorhandensein der *Headschen* Zone gemacht werden kann, sind Dermatomen in der Halsgegend und Lendengebiet in dieser Beziehung ganz stumpf und blind. Obzwar meine eigenen Forschungen diese Angaben *Heads* betreffs erwähnten Dermatomen nicht bestätigt haben, kann ich *Head* darin vollkommen beistimmen, daß einige auch schwere Visceralerkrankungen ohne irgendeine gewöhnliche Reaktion in der Peripherie (was die Blutzirkulation, Muskelspannung, Hautempfindlichkeit, reflektorische Tätigkeit anbelangt) verlaufen können.

In einem meiner Fälle klagte der Patient über starke linksseitige neuralgische Schmerzen, wobei ein Lebertumor und ein Prozeß im Pankreas diagnostiziert wurden. Die betreffende Thoraxseite zeigte eine starke Hyperästhesie. Der Patient starb nach drei Monaten. Sechs Wochen vor dem Tode hörten bei ihm die Hyperästhesie und die neuralgischen Schmerzen auf. Am Seziertische fand man Leber-Pankreas-Krebs und sklerotische Veränderungen retroperitonealer Teile, wobei sämtliche prävertebrale Ganglien angeschwollen, infiltriert und sozusagen vernichtet waren.

In einem anderen Falle, wegen einer bösartigen Uterusgeschwulst, wurde die Gebärmutter mit den Adnexa entfernt. Zwei Monate nachher starke neuralgische Schmerzen in dem rechten Ischiadicusgebiet. Anästhesie in L. III, IV, V. Plantar- und Achillesreflex fehlen. Zwei Monate später Sperrung des Dickdarms, starker Urindrang, Incontinentia urinae, dagegen das Wiederauftreten der fehlenden Reflexe und die Wiederherstellung der Empfindlichkeit an den L. III, IV, V. Die Ischiasphänomene verschwinden allmählich. Starke Inanition. Unmöglichkeit, etwas von harten Speisen zu schlucken. Tod vier Monate nach der Uterusexstirpation. Am Seziertische Kardiocancer, starke Infiltrationen und Verwachsungen sämtlicher Teile des Kleinbeckens, wobei die Ganglia sacralia, Plexus hypogastricus inferior et superior, Ganglia seminalia infiltriert, angeschwollen, verwachsen und disloziert waren.

Diese und Hunderte von anderen rätselhaften, ähnlichen klinischen Fällen stellen die Frage auf, welche Rolle die sympathischen, besonders die prävertebralen Ganglien in dem Irradiationsprozeß spielen können, welches Nervensystem dabei mehr Bedeutung hat usw.

Die Lehre über die sensible Natur einiger sympathischen Zellen des visceralen Systems hat für sich gewonnen, seitdem *Dogiel* in der Darmwand sensible Nervenzellen gefunden hat. Dieser Befund wurde in dem Magen und im Darm bei *Raya* und *Seylleum* von *Rina Monti* bestätigt. Dasselbe hat *Sarasew* bei Teleostier festgestellt. Noch später hat *Kuntz* dasselbe im Verdauungstractus der Säuger gefunden.

Wie es scheint, sind diese Zellen verschiedenen Ursprungs, d. h. die betreffenden Zellen übersiedelten in die Darmwand nicht nur aus dem Rückenmarksgrau, sondern auch aus dem Kopfmak. Nach *Kuntz* haben die Zellengeflechte im Herzen, in den Lungen und im Oesophagus (submucosus myentericus plexus) mit dem sympathischen Grenzstrange nichts zu tun, weil die Zellelemente für diese Geflechte dem Vagus entlang aus „Rind-brain“ herabgestiegen waren. Das Auftreten dieser Zellen in der Darmwand konnte nämlich auf die Weise erklärt werden, wie auch das Vorkommen motorischer sympathischer Zellen in den visceralen Geflechten oder in den verschiedenen sympathischen Ganglien usw., und zwar im Wege der Wanderung derselben aus dem Rückenmarke.

Es versteht sich von selbst, daß sensible sympathische Zellen, wo sie auch liegen möchten, mit den sensiblen Teilen des Rückenmarks, woher sie stammen, dauerhafte Verbindung unterstützen. Diese Unterstützung kann in Form eines amyelinen oder myelinhaltigen Fortsatzes sein, welcher via hintere Wurzel zum Hinterhorne des Rückenmarkes hinaufsteigen soll.

Von dem Punkte des hier zu betrachtenden Themas aus wäre es noch sehr wichtig zu entscheiden, wie weit in das Innere des Rückenmarkes die Axite des sympathischen Nervensystems oder ihre Schaltungsneurone vordringen.

Biedls Versuche mit Durchschneidung der Nn. splanchnici bezeugen, daß die Fibræ afferentes der Nn. splanchnici mit ihren Endverzweigungen im Kontakt mit den Zellen der Clarkeschen Säule sind. Nach der Entfernung des linken Grenzstranges fand *Laignelle-Lavastine* bei voller Intaktheit der Spinalganglien degenerierte Fasern in den hinteren Wurzeln und im Rückenmark, und zwar in der Nähe der Clarkeschen Zellen. Diese Degeneration der Zellen will der Autor durch das Aufhören der zentripetalwärts aufsteigenden durch die hinteren Wurzeln laufenden trophischen Einflüsse erklären.

Onuf-Collins fanden Endverzweigungen der zentripetalen sympathischen Fasern nicht nur in der Nähe der Clarkeschen Säule, sondern auch zwischen den großen Zellen der intermediären Zone, neben der parazentralen Gruppe. Zwei Wochen nach Exstirpation der sympathischen Lumbalganglien III, IV, V stellte *Onuf-Collins* eine Zellendegeneration in der Clarkeschen Säule und der Fasern, die, über die Hinterwurzeln verlaufend, diese Zellengruppen erreichen, fest. Die Autoren meinen, daß die afferenten Fasern aus dem lumbalen Grenzstrang in dem Rückenmarke einen länglichen Strang, und zwar nachdem sie die Clarkesche Gruppe erreicht hatte, bilden können, welcher das Rückenmark entlang aufsteigt, um sich in feine Fäserchen zwischen den erwähnten Zellen in den höher liegenden Segmenten

aufzusplittern. Die afferenten Fasern verlaufen im Rückenmarke, der Meinung dieser Autoren nach, nicht nur in aufsteigender oder horizontaler Richtung, sondern sie steigen auch herab, um die Zellen zu finden, die beeinflußt werden sollen. Sie vermuten auch in voller Übereinstimmung mit *Ramon y Cajal*, daß die sympathischen zentripetalen Fasern sich T-artig teilen, um die ober- und unterliegenden Spinalsegmente zu erreichen.

Die Clarkeschen Zellen halten die Autoren für homolog mit dem Nucleus solitarius und desto mehr, als auch die Veränderungen in diesen bulbären Zellengruppen nach der Exstirpation des Ganglion stellatum, wie es an der Clarkeschen Zellengruppe beobachtet wird, festgestellt wurde.

Überraschend einleuchtend erscheinen die Untersuchungen *S. Michailoffs*, der außerordentlich zahlreiche und überdies äußerst exakte Studien in dieser Richtung unternahm und sich davon überzeigte, daß die sympathischen zentripetalen Fasern durch die hinteren Wurzeln in das Rückenmark treten. Durch Experimente an den sympathischen Plexi wies *Michailoff* an der Hand sekundärer Degenerationen nach, daß die dem Bestande der sympathischen Nervenstränge und deren zu den Wurzeln ziehenden Äste angehörenden Myelinfasern diese zentripetale Funktion übernehmen. Im Speziellen machte er die Wahrnehmung, daß aus dem Ganglion stellatum Fasern in das Rückenmark treten, die in verschiedener Höhe von dem C. I bis zum C. VIII und von dem D. I bis zum D. XII, ja selbst bis zu den Sakralsegmenten sich verfolgen lassen, und zwar in den Burdachschen, Gollischen und Löwenthalschen Bündeln, sowie in den geraden Cerebellarbahnen. Hierüber wies *Michailoff* das Verhandensein zentripetaler sympathischer Myelinfasern nach, die, am Ganglion cervicale inferius et superius beginnend, nach der Passage durch das Ganglion stellatum jedoch nicht in das Rückenmark treten, sondern im Spinalganglion enden. Mit Hilfe einer solchen Zentripetalbahn kann sich also ein Mechanismus vollziehen, der die Fortpflanzung der Erregungen auf das Rückenmark über das spinale Intervertebralganglion der hinteren Wurzel gewährleistet. Usw., usw.

Bock stellte fest, daß die sympathischen zentripetalen Fasern in dem Rückenmark mehr weniger horizontal verlaufen, so daß der abgeschlossene sympathische Reflexbogen im Rückenmark immer monosegmenten Charakter trägt. Mit diesen Befunden von *Bock* stehen im vollen Einklang die Ergebnisse der Untersuchungen von *Poljak*. Auch er stellte die von dem Hinterhorn ventralwärts ziehenden Fasern fest, die horizontal verlaufend, den Clarkeschen Säulen und den sympathischen Kernen näher zu liegen kommen.

Meine eigenen Versuche mit der Exstirpation der Grenzganglien haben gezeigt, daß die zentripetalen sympathischen Nervenfasern in dem Hinterhorn von dessen hinterem Pol und von der medialen Seite derselben eintreten, um sich zwischen den Kernen des Hinterhornes auszubreiten. Nach vorn ziehen die Ausläufer der sympathischen Fasern bis zu den Hauptkernen der Vorderhörner und Seitenhörner. Auch die Clarkesche Säule, die Zellen in der Umgebung des Zentralkanales und die Randzellen der Seitenhörner, und zwar nicht nur auf derselben Seite, sondern auch, wenn auch sehr wenig auf der gekreuzten Seite, kommen in Berührung mit den Fasern, welche durch die erwähnte Operation am Grenzstrang degeneriert gefunden wurden.

Bezüglich der Abhängigkeit klinischer Symptome von der anatomischen Lage der visceralen Zentripetalen in dem Rückenmarksgrau,

d. h. je nach der Entfernung oder der Nähe derselben von den Nervenzellengruppen, von denen jede an und für sich über eine spezielle Fachtätigkeit verfügt, habe ich in der mir vor der Hand stehenden Literatur nichts gefunden. Meine eigenen Versuche über die elektive Wirkung der einen oder der anderen Zellengruppen auf dem Wege dieser Zentripetalen, obzwar sie leider unbeendet blieben, lassen einige Schlüsse ziehen. An fünf Hunden legte ich eine Ligatur auf dem rechten Funiculus spermaticus an und beobachtete die experimentierten Tiere 14 Tage, worauf sie durch Verblutung getötet wurden und ihr Rückenmark, und zwar immer der lumbale Abschnitt teilweise nach *Marchi*, teilweise nach *Nissl* bearbeitet wurden. Außerdem wurde die vitale Methylenblaufärbung nach *Erlich-Leontović* gemacht.

Beim Leben zeigten die vier Hunde eine deutliche Parese des rechten Beines, der fünfte Hund verfügte aber über dasselbe nach der Hodenligatur, ebensogut wie vor dieser Operation ganz vorzüglich.

Der Patellarreflex war auf der experimentierten Seite bei denselben vier Hunden etwas abgeschwächt, bei dem fünften blieb er unverändert.

Die Hautempfindlichkeit zeigte an demselben Bein bei allen Tieren eine leichte Hyperästhesie.

Die Hauttemperatur am Fuße bei drei Hunden, davon bei einem, wo keine Parese beobachtet wurde, war an der operierten Seite sehr niedrig im Vergleich mit der des Kontrollfußes.

An den nach *Marchi* gefärbten Präparaten zeigten sich bei dem Hunde ohne Parese spärliche Osmiumfettklümpchen in den hinteren Wurzeln und hinteren Hörnern, keine solche aber in der ventralen Hälfte des Rückenmarksgaus und in dem Vorderhorn.

Die nach *Nissl* bearbeiteten Schnitte wiesen ganz normale Bilder an den Ganglienzellen der Vorderhörner auf. Die vitale Methylenblaufärbung des Funiculus spermaticus zeigte an der operierten Seite unterhalb der Ligatur eine vollkommene Vernichtung der Nervenfasern.

Bei der Deutung jeder Anwesenheit paretischer Symptome auf der operierten Seite bei dem fünften Hunde nach der Hodenligatur mußte das Fehlen jeder Veränderung in der ventralen Hälfte des Rückenmarksgaus an den *Marchi*- und *Nissl*-Präparaten in Betracht genommen werden. Ob hier eine Anomalie in der Kollateralenlänge vorlag, ob ein Mißlingen der Färbungsmethode geschah, dank dessen keine degenerierte Faser festgestellt wurde, bleibt dahingestellt. Bei der ersten Annahme aber wäre es ganz leicht, das Fehlen jeder motorischen Störung zu erklären: *durch das Kurzwerden dieser Zentripetalen bleiben die Vorderhornzellen unbeeinflusst, daher wies das Bein keine motorische Störung auf.* Da aber in den Hinterwurzeln und Hinterhörnern eine leichte Fasernveränderung nach der *Marchi*schen Methode konstatiert wurde, konnten damit die festgestellten Gefäßspasmen am Fuß und

die Hauthyperästhesie erklärt werden, weil die degenerierten Fasern gerade in der Nähe spinaler Gefäßzentren und der Nucleus magnocellularis cornu posterioris, wo die Umschaltung peripherer Neuronen auf die endogenen vonstatten geht, vorgefunden wurden. Diese Zellengruppen mit einer speziellen Tätigkeitsrichtung dank ihrer Lage auf dem Wege dieser degenerierenden Zentripetalen und in Anbetracht einer Entfernung dieser letzteren von den zu beeinflussenden Zellen, konnten dieselben nicht hemmen, sondern sie umstimmen, machten sie viel empfindlicher und wahrnehmungsfähiger. Als Folge dieser Umstimmung gerieten diese Zellenansammlungen in einen Erregungszustand schon infolge der erwähnten Degeneration derselben Zentripetalen, die sie wahrnehmungsfähiger machen. Dank dessen nahmen die Zellen des Hinterhornes und die Zellen der intermediären Zonen schon leichteste Berührung sehr stark wahr. Auf diese Weise konnten einerseits die Hauthyperästhesie am Beine und andererseits die Gefäßspasmen der distalen Gefäße am Fuße als Folge dieser Ligatur zustandekommen. Es muß dabei besonders betont werden, daß diese Ergebnisse unter dem Mikroskop nicht an einem Lendenneuromer, sondern an den Querschnitten mehrerer Lumbalsegmente konstatiert wurden.

Bei vier anderen Hunden wurden die Marchi-Klümpchen nicht nur an den hinteren Wurzeln und hinteren Hörnern, sondern auch an der ventralen Hälfte des Lumbalmarkes bis in das Vorderhorn hinein — zwischen den großen motorischen Zellengruppen — gefunden. An den nach Nissl bearbeiteten Querschnitten zeigten die Vorderhornzellen leichte Veränderungen. Beim Vergleich dieser Zellen auf der operierten und auf der Kontrollseite fielen die schwache Färbung der Tigroidsubstanz, eine leichte Abrundung der Zellenkonturen und auch leichte Schwellung derselben in die Augen. Ebenso leichte Veränderung konnte man in der Färbung und in der Gestalt der Zellen am Seitenhorn, in der intermediären Zone und in dem Hinterhorn der operierten Seite feststellen.

Die vitale Methylenblaufärbung wies auf eine vollkommene Degeneration der Nervenfasersfaszikel im Funiculus spermaticus distalwärts von der Ligatur. Alle diese Befunde standen mit dem klinischen Bilde motorischer Schwäche und der Verminderung der Patellarreflexe vollkommen im Einklang. Ob diese Veränderungen der Zellen für die funktionellen gehalten werden können, wobei sich diese Zellen wiederherstellen können, ob sie noch einer weiteren rein degenerativen Metamorphose unterliegen sollen, bleibt dahingestellt.

Auch die mehreren Marchi-Präparate, wo sich die Osmiumklümpchen bloß in dem Seitenhorn oder — in den anderen Schnitten — mehr in dem Hinterhorn zeigten, könnten zur Erklärung der vasomotorischen Störungen und der Hauthyperästhesie an dem Beine beitragen.

Obzwar diese Versuche an einer kleinen Tiermenge unternommen wurden und nicht als beendet betrachtet werden konnten (daher auch bis jetzt nicht ausführlich publiziert worden sind), machten sie auf mich durch ihre Ergebnisse den Eindruck, als ob *die einzelnen Zellengruppen des Rückenmarkquerschnittes in der Abhängigkeit von der Länge und Nähe der sie reizenden Zentripetalen ihr Gleichgewicht und Funktionsfähigkeit verändern können*, daß die anatomische Lage dieser beiden Komponenten von einer großen Wichtigkeit in den Versuchsergebnissen sind. Die Vorderhornzellen bei Nissl-Färbung, und zwar in den Lumbalsegmenten, wo die Marchischen Klümpchen sie nicht erreichten, da sie eine Strecke weit von ihnen aufhörten, sahen ganz normal aus. Dasselbe konnte man auch von den peripherwärts liegenden Zellen des Seitenhorns und Hinterhorns sagen, die weit entfernt von den Marchi-Klümpchen. Da aber allen diesen Zellengruppen eine spezifische Tätigkeit angeeignet ist, so wird die *periphere Körperreaktion im Falle einer visceralen Reizung einer Zentripetale je nach der anatomischen Lage dieser letzteren ganz verschieden sein*. Auch können daher die Sensibilitätsstörungen, vasomotorischen Erscheinungen, Reflexe, Veränderung der groben Kraft in den peripheren Metameren unter allen anderen gleichen Bedingungen und ganz abgesehen von der Stärke der primären Reizung fehlen oder dagegen hervorstechen, usw.

Aus den angeführten Angaben folgt also, daß die sympathischen Zellen- und auch Fasernelemente und zwar zentripetaler, wie auch zentrifugaler Bestimmung, ihren Heimatsort im Rückenmark haben. Es liegt also kein Grund dafür vor, von diesem Standpunkte aus zwischen den sympathischen Elementen zwei Kategorien zu unterscheiden und dabei die zentripetalen Elemente zu den cerebros spinalen zu rechnen. Eine solche Annahme ist schon deswegen schwer zulässig, weil, wie es aus vorigem klar wurde, die visceralen Nervenplexen auch sensible Zellen enthalten, was zu den charakteristischen Merkmalen der sympathischen Geflechte gehört.

Die Herkunft der sympathischen Zellen- und Fasernelemente aus dem Rückenmark hat zur Folge, daß diese Elemente bei erwachsenen Organismen die Verbindung mit jenen Neuromeren aufrecht halten müssen, welche an ihrer Schöpfung teilgenommen haben; es müssen daher die zentripetalen Elemente mit dem Hinterhorn, während die zentrifugalen mit den ventralen Rückenmarksteilen in Verbindung stehen.

Der in den ersten Zeilen dieses Aufsatzes angeführte Umstand, und zwar, daß in einigen Fällen zentripetale Fasern in den ventralen Rückenmarkswurzeln verlaufen, stört nicht das Gesetz, laut dessen die zentripetalen Fasern in das Rückenmark durch die hintere Wurzel münden. Die betreffende kasuistische Beobachtung, welche übrigens

als eine Anomalie betrachtet werden soll, findet ihre Erklärung in der embryonalen Lage der sensiblen sympathischen Zellen im Rückenmarksgrau und in ihrer erhöhten Mobilität. Die letzte Eigenschaft konnte im Fetalleben dazu beitragen, daß die sensiblen sympathischen Zellen in einer verkehrten Weise ihren Weg durch das ventrale Rückenmarksgrau durchschlungen und auch den plasmatischen Verbindungstreifen in dieser Richtung schon in der Fetalperiode nach sich gelassen hat.

Aus den hier oben dargestellten Ergebnissen läßt sich folgern, daß die Empfindungsvorgänge im Bereiche des sympathischen Nervensystems von den zentripetalen Fasern bedient werden, deren trophisches Zentrum in den sensiblen sympathischen Zellen der Bauchgeflechte, resp. der prävertebralen Ganglien oder der Grenzganglien, Intervertebralganglien oder im Rückenmark liegt. Der distale Axit der Zelle, die den Ursprung dieses Neurons bildet, reicht bis tief in einen gewissen Stock oder Splanchnomer resp. Organsektor der Brust- oder Bauch- oder Kleinbeckenhöhle hinunter, das proximale Ende steigt aufwärts und tritt auf der üblichen Bahn durch die hintere Wurzel ins Rückenmark, um den in einem beliebigen Organteil zustande gekommenen Reiz dem bestimmten Rückenmarkssegment zu vermitteln. Ein solcher visceraler Reiz, wenn er eine besondere Stärke besitzt, löst sich nicht dumpf im Rückenmark auf, sondern breitet sich in demselben ventralwärts aus und spiegelt sich dann unter Vermittlung der auf diese Weise erregten ventralen Teile des Rückenmarksgraus bald in den peripheren Körperteilen, und zwar in dem strenglokalisierten Bereiche, welcher genau dem erregten Rückenmarkssegment entspricht, bald in den visceralen Teilen.

In dem dargestellten Mechanismus sind die erwähnten sympathischen Ganglienzellen die Vermittler zwischen den Zentren des Rückenmarks und den diesen oder den anderen visceralen Teil treffenden Reizen.

Auf diese Weise werden die Bedingungen geschaffen, mit Hilfe deren jeder pathologische viscerele Prozeß sich, wenn er keiner harmlosen Natur und Stärke ist, in der Peripherie und zwar in ganz bestimmtem Körpergebiet in Form eines Reflexvorganges abspielen kann.

Von außerordentlicher Bedeutung ist bei diesen Reaktionen und Reflexmechanismen der Umstand, daß diese Akte konstant und strikt lokalisiert sind, da sowohl die zentripetale Faser, als auch der zentrifugale Faden mit streng fixierten Rückenmarkssegmenten in Verbindung stehen, d. h. mit ihrem Neuomer, dessen Beeinflussungsgebiet auf ein bestimmtes Metamer, resp. Splanchnomer beschränkt bleibt. Die Qualität der jedesmaligen Reaktion, d. h. der hierbei zustande kommende Reflexvorgang wird durch die Eigenschaften des Exekutivorgans, in welchem sich der zentrifugale Schenkel der betreffenden Reflexbahn endet, bedingt.

Füglich besitzt ein bestimmtes Visceralorgan vermittelt zentripetaler in den sympathischen Nervenbahnen verlaufender Nervenfasern hergestellte Verbindungen mit dem Rückenmarke und vermag im Falle seiner Erregung an der Peripherie des diesem Rückenmarksegmente entsprechenden Metamers verschiedene Reaktionen hervorzurufen.

Schlußfolgerungen.

Das viscerele Nervensystem — und zwar sein zentrifugaler, ebenso wie auch zentripetaler Teil — ist das Schöpfungsergebnis des Rückenmarks und teilweise des verlängerten Markgraus. Es liegt daher kein Grund vor, die zentrifugalen visceralen Faserelemente zu dem sympathischen System zuzurechnen und die zentripetalen als die cerebrospinalen Teile zu betrachten.

Da die zentripetalen visceralen Elemente, insofern dabei kein Gebrechen in ihrem embryologischen Stadium vorliegt, dem hinteren Pol des Rückenmarkgraus entstammen und bei ihrer Fortpflanzung die hinteren Wurzeln als Fahrweg benützen, ist es vollkommen natürlich, daß alle visceralen Reizungen das Rückenmark durch diese letzteren erreichen und daß die ganze viscerele Empfindlichkeit von den hinteren Wurzeln besorgt wird. Sollten aber ein Irrtum in dem Bau des Hinterhornes oder eine zufällige Sperrung des Hinterhornweges in fetaler Periode vorgekommen sein, dann können die die zentripetalen Bahnen bildenden Zellen durch das Vorderhorn heraustreten und ihrem Ziel entgegen durch die vorderen Wurzeln weiterwandern. In solchen seltsamen Fällen können die visceralen Zentripetalen durch die vorderen Wurzeln münden und die ganze Sensibilität der inneren Organe kann dann durch die vorderen Wurzeln besorgt werden.

Im Falle, wo der viscerele Prozeß solche Zentripetalen befällt, deren trophisches Zentrum in der Hinterwurzel oder in dem Spinalganglion oder im Hinterhorn liegt, kann der mit dieser Faser vermittelte periphere Irradiationsvorgang bis zum Auslöschen des primären visceralen Prozesses dauern. Wenn dagegen eine viscerele Erkrankung ein prävertebrales Ganglion samt seinen zentripetalen Ausläufern trifft, so verschwindet der in der Peripherie hervorgerufene Reflexvorgang gleichzeitig mit dem Befallenwerden und mit der Leitungsunterbrechung der in diesem Ganglion liegenden trophischen Nervenzentren.

Die Verbindungsfasern, welche viscerele Irradiationen vermitteln, gehören zu dem sympathischen System und sind nichts anderes, als eine Verlängerung des Rückenmarkgraus.

Literaturverzeichnis.

- Auer*: The effect of severing the vagi on Splanchnici. *Americ. journ. of physiol.* 25. 1890. — *Balfour*: a) Development of the elasmobranch fishes. S. 92. London

1875; b) Journ. of anat. et physiol. **11**, 438, 439; c) The Works, Bd. 1, Kap. VIII. 1885; d) Biol. Zentralbl. **1**. 1902. — *Barbière*: Des ganglions nerveux des racines postérieures appartenant au système du grand sympathique. Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences **130**, Nr. 15. 1900 und **136**, 564. — *Barcroft*: Journ. of physiol. **35**. — *Bates*: The Development of the sympathetic nervous system in Elasmobranches. Anat. Record 1915. g. N. I, S. 45. — *Bayliss-Starling*: a) Movement and Innervation of the small intestine. Journ. of physiol. **24**. 1899; b) On the origin from the spinal cord. Journ. of physiol. **α** **17**, 120, 127. 1899; **β** **26**, 106, 125, 134. 1916. — *Biedl*: Wien. klin. Wochenschr. 1895. — *Billingsley-Ramson*: Branches of the ganglion cervicale superior. Journ. of comp. Neurol. **29**, 359—367. 1918. — *Blaschko*: Die Nervenverteilung in der Haut. VII. Kongreß der deutsch. dermatol. Gesellschaft. — *Bock*: Entwicklung der Reflexbahnen. Psychiatr. en neurol. bladen 1922. — *Bolk*: a) Über die Neuromerie. Anat. Anz. **28**, 205. 1906; b) Segmentaldifferenzierung. Morphol. Jahrb. **25**, **26**. — *Bowling*: Innervation der Blase, Mastdarm und Gebärmutter. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 1920. — *Bradford-Bunsch*: On the vasomotor Nerves. Journ. of physiol. **24**. 1899. — *Braeukner*: Anat. Anz. **56**, Nr. 9 u. 10. — *Brown-Sequard*: Arch. gen. de méd. 1856, S. 583. — *Bruni*: Arch. de méd. **40**, 1916. — *Brünnig*: Zur Lehre vom Bauchschmerz. Klin. Wochenschr. 1924. — *Brünnig*: Vagus et Sympathicus. Klin. Wochenschr. 1923, S. 227. — *Camus*: Entwicklung des sympathischen Nervensystems beim Frosch. Arch. f. mikrosk. Anat. **81**. 1913. — *Carpenter-Cannell*: A study of ganglioncelles in the sympathetic nervous system, with special reference to intrinsic sensory neurones. Journ. of comp. neurol. **24**, 269 bis 281. — *Celestino da Costa*: A. Origine et developp. de l'appareil surrénal et du système nerveux sympathique chez les cheiroptères. Lissabon 1917. — *Courtade-Gujon*: Travaux du laboratoire de François Frank. Sec. de biol. 1900. — *Courvoisier*: Beobachtungen über sympathischen Grenzstrang. Arch. f. mikrosk. Anat. 1866, S. 13/14. — *Cushing-Harvey*: Johns-Hopkins Hospital-Bulletin. **3/4**. 1903, 7/8. 1904. — *Daudridge*: Cincin. Lancet **35**, 37. 1895. — *Dogel*: Ganglien der Darmgeflechte bei Säugetieren. Anat. Anz. **10**. 1915. — *Dohrn*: a) Über die erste Anlage und Entwicklung der motorischen Rückenmarksnerven bei Selachiern. Mitt. aus zoolog. Station zu Neapel. **8**, 441, 449. 1888; b) Studien zur Urgeschichte der Wirbeltierkörper. Ibid. **8**, 291. 1888. 1891. — *Drokin*: Quelques cas de sclérose localisée à distribution métamérique. Paris 1918. — *Edgeworth*: On a large fibers sensory . . . supple of the thoracis and abdominal viscera. Journ. of physiol. **13**. 1892. — *Elliot*: On the Innervation of the ileo-colic-sphincter. Journ. of physiol. **31**. 1904. — *Engelhorn*: Sensibilität der Bauchorgane. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. **69**. 1911. — *Engelhardt*: Gefäßalteration und Intestinalneurose, St. Petersburg. Med. Wochenschr. 1899, Nr. 48. — *Eppinger-Heß*: Tabes dorsalis. Wien. klin. Rundschau 1909, Nr. 14. — *Falk*: Innervation d. Tubae und Uterus. Arch. f. Gynäkol. **80**. — *Fischer*: Über den Bau der Nerven des sympathischen Nervensystems. Anat. Anz. **26**, 388. 1905. — *Förster*: Seltene Formen der Tabeskrise. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. **11**. — *Frank et Hallion*: Recherches sur l'innervation vasomotrice intestinale. Arch. de physio. 1896, S. 493. — *Frank Francois-Langley Anderson*: Journ. of physiol. **18/19**. 1895. — *Froriep*: Entwicklung und Bau des autonomen Nervensystems. Med. Naturwissenschaftl. Arch. **1**, 301—321. 1907. — *Frölich-Mayer*: Sensible Innervation vom Darm. Wien. klin. Wochenschr. 1912. — *Fürbinger*: Morphol. Jahrb. **4**. 1878. — *Fusari*: Contribution à l'étude de développement du sympathique chez le poulet. Arch. ital. di biol. **18**. 1893. — *Gardener*: Reynold system of medicine. **4**, 535. 1877. — *Gaskell*: Journ. of physiol. **3**. 1880. — *Gehuchten, van et Nellis*: La localisation segmentaire. Journ. de neurol. 1919. — *Goldberg, Max*: Entwicklung der Ganglien beim Hühnchen. Arch. f. mikrosk. Anat. 1891. — *Gotsh-Horsley*: On the mammalian nervous

system. Phil. Transact. of the royal. soc. **182**, 267. — *Graupner*: Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des sympathischen Nervensystems. Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **24**, 225. 1898. — *Grasset*: Distribution segmentaire. Rev. neurol. 1900. — *Haeben*: Over centrum oculospinale. Utrecht 1891. — *Head*: Sensory Disturbance. Brain 1894—1903. — *Hendersen-Lewi*: Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **53**. 1909. — *Held*: a) Die Entstehung der sympathischen Nerven. Leipzig 1909; b) Über Sympathicus. Sitzungsbericht. Münch. med. Ges. 1909. — *Hermann*: Experimentelle Beiträge. Entwicklung peripherer Nerven. Anat. Anz. **25**, Nr. 17/18, S. 437. 1905. — *Higier*: Vegetative und viscerale Neurologie. Ergebn. d. Neurol. u. Psychiatrie. **2**. 1917. — *His*: a) Über die Entwicklung des Sympathicus bei Wirbeltieren mit besonderer Berücksichtigung der Herzsanglien. Anat. Anz. **7**. 1892, Ergänzungsheft S. 82. b) Über die Entwicklung des Bauchsympathicus bei Hühnchen und beim Menschen. Arch. f. Entwicklungsgesch. 1897; c) Entwicklung der Rautengrube. Abhandl. d. sächs. Ges., Math.-phys. Klasse **14**. — *His und Romberg, E.*: Beiträge zur Herzinnervation. Fortschr. d. Med. 1890. — *Hoche*: Les ganglions nerveux des racines posterieur appatient ils au grand sympathique. Soc. biol. **59**, 487. 1905. — *Hoffmann, V.*: Zur Frage der Schmerzbahnen des vegetativen Nervensystems. Dtsch. med. Wochenschr. 1920, S. 736. — *Hoffmann-Basch*: Bewegungserscheinungen am Cervix uteri. Med. Jahrb. 1876. — *Horcraft-Waters*: Journ. of physiol. **6**, 468. 1885. — *Houckgest-Braham*: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **6**, 266. 1872. — *Huber, S. S.*: The morphology of the sympathetic system. XVII. Intern. Kongreß. London 1913. — *Huet*: Die Gevolgen der Exstirpatie von het Gangl. colli supremum nervi sympathici. Amsterdam 1898. — *Jonsohn, S. E.*: On the question of commissural-neurons in the sympathetic ganglion. Journ. of comp. neurol. **29**. 1918. — *Jones*: Notes on the developpment of the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry 1905, S. 113—131. — *Kappers*: Vergleichende Anatomie des Nervensystems. Haarlem 1920. — *Kehrer*: a) Reflexe aus verschiedenen Organen auf den Uterus. Arch. f. Gynäkol. **90**. 1907; b) Gastrische Wehenschwäche. Hegars Beitr. z. Geburtsh. u. Gynäkol. **10**, 906.; — *Kohn*: a) Über die Entwicklung des peripheren Nervensystems. Anat. Anz. **26**, 148. 1905; b) Entwicklung des peripheren Systems. Anat. Anz. **27**. 1905; c) Über Entwicklung des sympathischen Nervensystems der Säugetiere. Arch. f. mikroskop. Anat. **70**. 1907. — *Krause*: a) Münch. med. Wochenschr. 1901; b) Siehe *Odermath*: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. **127**, 8. 1922. — *Kuntz*: a) The Developpment of the sympathetic nervous system in turthres. Americ. journ. of anat. 1911, S. 279; b) The Developpment of the sympathetic nervous system in Birds. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **20**. 1910; c) The Developpment of the sympathetic nervous system in certain fishes. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **21**. 1911; d) The Evolution of the sympathetic nervous system in vertebrates. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **21**, 218. 1911; e) The Developpment of the sympathetic nervous system in the amphibia. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **20**. 1911; f) The Developpment of the sympathetic nervous system in mammals. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **20**. 1910; g) On the innervation of the digestive tube. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry 1913; h) The Developpment of the sympathetic nervous system in man. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **32**, 173. 1920; i) and *O. Ramson*: Experimentals observations on the histogenesis of the sympathetic trunks in the chik. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry **32**. 1920; k) The Developpment of the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. a. psychiatry 1911; l) On the innervation of the digestiv Tube. Journ. of comp. a. neurol. psychiatry **23**. — *Kupfer*: Die Neuromerie. Hertwigs Handbuch Bd. 2, S. 752. — *Laffont*: Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences. Paris 1880. S. 705. — *Laignelle-Lavastine*: Recherche sur le plexus solaire. Paris 1923. — *Langley*: a) On the larges medulated

fibers of the sympathetic system. Journ. of physiol. **13**. 1872; b) The origin of the spinal cord. Philosoph. transact. of the roy. soc. London. **183**, 114. 1892; c) The sympathetic and other related system. Schäffers Physiol. **2**, 616. 1900; d) The autonomic nervous system. Brain **26**. 1903; e) Das sympathische Nervensystem. Ergebn. d. Physiol. **2**, 818. 1903. — *Langley-Andersen*: The innervation of the pelvic viscera. Journ. of physiol. **17**, 185; **19**, 377. 1895; ib. **19**, **20**. 1896. — *Langley-Orbeli*: Some observation in the sympathetic an sacral autonomic nervous system. Journ. of physiol. **42**, 113. — *Lapinsky*: a) Irradiation der Schmerzen Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 1926; b) Ischias, ibid. **67**. 1923; c) Nackenschmerzen, Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 1914; d) Irradiationen bei Erkrankungen der Ost. abdominale. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. **61**. 1926; e) Zentripetale Bahnen, die bei Irradiationen am Kopfende vermitteln. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 1926; f) Mechanismen der Schmerzen in dem rechten Arm. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie. 1926; g) Über Headsche Zonen. Neurol. Zentralbl. 1913; h) Intercostalneurologie. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. **78**. 1926; i) Gesichtsneuralgie, ibid. **45**. 1912; j) Meralgie. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 1926; k) Metamere Verteilung der Schmerzen. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 1919; l) Über zentrale Schmerzen, ibid. 1927. — *Lehmann*: Über Sensibilität der Bauchhöhle. Jahresvers. d. dtsh. Nervenärzte. **9**, **13**. 1920. — *Lennhossek*: Beobachtungen an den Spinalganglien. Anat. Anz. 1892. — *Lewandowsky*: Experimentelles . . . des sympathischen Nervensystems. Handb. d. Neurol. Bd. I, 417. — *Lobstein*: Zit. nach Schenk-Birdshall. — *Lubimoff*: Über die Verschiedenheit in der embryonalen Entwicklung der Nervenzellen. Zentralbl. f. d. med. Wissensch. 1873. — *Mackenzie*: Krankheitszeichen und ihre Auslegung. Leipzig 1923. — *Marcus*: Über den Sympathicus. Sitzungsber. d. physiol. Ges. in München. 1909. — *Martin*: Arch. f. mikroskop. Anat. **32**. — *Mayer*: Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. **79**. — *Mayo-Robson*: Brit. med. journ. 1897. — *Meyer*: Stand der Lehre vom Sympathicus. Dtsch. f. Zeitschr. f. Nervenheilk. **45**. 1912. — *Meyer*: Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. **59**, 234. 1907. — *Michailoff*: Versuch einer systematischen Untersuchung des sympathischen Nervensystems. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1909, S. 346—396/97. — *Moor-Schäfer*: On the contractility and Innervation of the spleen. Journ. of physiol. **20**, 1896. — *Morat*: Sur la constitution du grand sympathique. Cpt. rend. hebdom. des seances de l'acad. des sciences. **124**, 1382. 1897. — *Müller, E.*: Über Entwicklung des Sympathicus und des Vagus bei Selachiern. Arch. f. mikroskop. Anat. **24**. 1920. — *Müller, E. und S. Ingvar*: a) Über den Ursprung des N. sympathicus bei Hühnchen, Arch. f. mikroskop. Anat. **99**. 1923; b) Ursprung des Sympathicus bei Amphibien. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie. **22**. 1922. — *Müller, R.*: a) Das vegetative System. S. 201; b) Über den Vagus. Dtsch. Arch. f. klin. Med. **101**, 424; c) Fasernverlauf im Plex. brachialis. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 1894. — *Neumann*: a) Sensibilität innerer Organe. Zeitschr. f. Physiol. **24**, **25**, **26**; b) Zur Funktion der Plexus mesentericus. Zentralbl. f. Physiol. **25**, S. 53; c) Sensibilität der inneren Organe. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. **16**. 1910; d) Entwicklung des sympathischen Systems. Anat. Anz. **44**, 207. 1913. — *Neumayer*: Hystogenese der Spinalganglien und des N. sympathicus. Handbuch der Entwicklungslehre der Wirbeltiere 1906, S. 513—626. — *Nottebaum*: Über sekundäre Degeneration nach Durchschneidung des Halssympathicus. Marburg 1897. — *Nothnagel*: Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **89**. — *Nuel*: Vasomoteurs. Dictionaire Dechambre S. 603. — *Onodi*: a) Entwicklung des sympathischen Nervensystems. Arch. f. mikroskop. Anat. **26**. 1886; b) Über die Entwicklung der Ganglien. Internat. Monatsschr. **1**, 1884. — *Onuff-Colins*: Experimental researches on the localisation of the sympathetic nerve the spinal cord. Journ. of nervous a. mental diseases. **25**, 66. 1899. — *Patersan, A. M. A.*: Manuel of embryologie. London 1915. — *Peterson*: Proc. of

the roy. soc. 1890, S. 159. — *Rachmanow*: siehe *W. Odermat*: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. **127**, 8. 1922. — *Ramon y Cajal*: Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Leipzig 1893, S. 319. — *Ramson*: a) Studies on the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. **29**. 1918; b) Introduction of studies on the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. **29**, 311. 1918. — *Ramson-Billingsley*: An experimental analyse of the sympathetic trunk and greater splanchnic nerve in the cat. Journ. of comp. neurol. **29**, 441. 1918. — *Remak*: Über selbständiges Darmnervensystem. 1847. — *Reyfish*: Innervation der Harnblase. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **161**. 1900. — *Rieder*: Arch. f. pathol. Anat. **96**. 1884. — *Rine-Monti*: Arch. f. mikroskop. Anat. **94**, 214. 1920. — *Retterer, M.*: Société biologique. 1888—1891. — *Ross*: On the segmental distribution of sensory discords. Brain. Januar 1888. — *Rossi, Ottorino*: On an efferent path of the sympathetic nervous system with special reference to the nerve-cells of spinal-ganglia . . . Journ. of comp. neurol. **34**. 1922. — *Roud*: Etude sur le developpement de la capsule surrenale. Bull. de la soc. de chim. biol. **38**. — *Roux*: a) Lésions du grand sympathique dans le tabes. Thèse de Paris 1900; b) s. *Laignelle-Lavastine*: a. a. O., S. 165. — *Roy-Sherrington*: Journ. of physiol. **11**. 1890. — *Rymbeck*: Versuche einer Segmentalanatomie. Zeitschr. f. d. ges. Anat., Abt. 3. **18**. 1908. — *Sagemehl*: Untersuchungen über die Entwicklung der Spinalnerven. Dorpat 1882. — *Sarussen*: Arch. f. mikroskop. Anat. **94**, 214. 1920. — *Shäwe, R. C.*: The gastric crises. Brit. journ. of surg. 1922, S. 450. — *Schenk-Birdhall*: Entwicklung des sympathischen Nervensystems. Mitt. a. d. embryolog. Inst. zu Wien. **1**. 1879. — *Schülf, Erich*: Vagus und Sympathicus. Klin. Wochenschr. 1924, S. 448. — *Schmiedberg*: Innervationsverhältnisse des Hundeherzens. Sächs. Ges. d. Wiss. — *Sherrington*: a) On the question, whether on fibres of the mammalian dorsal spinal roots are of intraspinal origin. Journ. of physiol. **21**; b) On the question of the existence in the dorsal root of fibres having origin in the spinal cord. Journ. of physiol. **17**. 1894. — *Singer*: Ulcus duodeni. Krauß-Brugsch, Handbuch. **6**, 646. — *Spenger*: Wissenschaftliche Zoologie 1909. — *Strümpell, A. von*: Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. **72**. 207. — *Sturge*: Brain **10**, 383. 1888. — *Tourneux*: Arch. de l'anat. et de la physiol. — *Tur*: Morphologie des weiblichen Genitalapparates. St. Petersburg 1902. — *Valentin*: Hirn- und Nervenlehre von Sömmerig. 1841. — *Volkmann*: Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems. 1848. — *Vulpian*: Physiologie du système nerveux. S. 727. 1866. — *Wassilieff*: Arch. f. Gynäkol. **22**. 1883. — *Westphal*: Muskelfunktion . . . Gallenwege. Zeitschr. f. klin. Med. 1823, S. 44. — *Wijhe*: a) Anat. Anz. **3**. 1888. — b) Arch. f. mikroskop. Anat. **33**. 1889. — *Willoughby*: The site of referpain in visceral disease. Lancet 1904. — *Winkler*: Rumpfdermatomere. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. 1905. — *Zimmermann*: Über die viscerale Sensibilität. Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. **15**. 1909.