

Der Truncus sympathicus lumbalis

(mit 66 Abbildungen)

von Dr. J. BOTÁR, Assistent

Inhalt.

	Seite
Einleitung	151
I. Vergleichend-anatomische Untersuchungen	152
II. Anatomische Untersuchungen am Menschen	168
A) Ergebnisse bei Erwachsenen	169
B) Ergebnisse bei Neugeborenen	178
III. Vergleichend-histologische Untersuchungen	185
IV. Histologische Untersuchungen am Menschen	200
V. Das Verhältnis der weißen Rami communicantes zu den Nervi splanchnici	209
Zusammenfassung	211
Literatur	218

Einleitung.

In den letzten zwei Jahren berichtete ich im Rahmen mehrerer Mitteilungen bzw. Vorträge über die Untersuchungen, die ich über die Anatomie des Truncus sympathicus des Menschen und der Tiere, über dessen histologischen Aufbau, über das Verhalten der Ganglien, über die Einteilung der Rami communicantes und schließlich über das Verhältnis der Rami zu anderen sympathischen Gebilden ausgeführt hatte.

Heute will ich über das Ergebnis meiner Untersuchungen auf dem Gebiete des lumbalen Teiles des Truncus sympathicus zusammenfassend berichten. Dieser Bericht unterscheidet sich von den bisherigen Beschreibungen gleichen Gegenstandes darin, daß hier nicht bloß über die neueren anatomischen und histologischen Befunde am Menschen gesprochen wird, sondern daß die Frage hier auch vom vergleichend-anatomischen und histologischen Standpunkt behandelt wird. Aus der Gesamtheit der Ergebnisse sollen dann Schlüsse auf den Aufbau des lumbalen Truncus sympathicus auf die charakteristischen anatomischen und histologischen Eigenheiten der einzelnen aufbauenden Elemente sowie auf die theoretische und praktische Bedeutung der Befunde gezogen werden.

Meine Untersuchungen über die eben erwähnten Gegenstände wurden z. T. an dem Institut für deskriptive und topo-

graphische Anatomie der Universität in Szeged auf Anregung und unter ständiger Aufsicht des Direktors dieses Instituts, des Herrn Prof. F. KISS, teils im Laboratoire d'Anatomie comparée des Muséum national d'Histoire naturelle in Paris ausgeführt. Die unvergleichlich reichhaltige Sammlung des letztgenannten Institutes wurde mir von dessen Vorstand, dem Herrn Prof. R. ANTHONY in zuvorkommendster Weise zur Verfügung gestellt. Anatomische und histologische Untersuchungen an menschlichen Leichen führte ich außerdem teils in Szeged, teils im Laboratoire d'Anatomie der Universität in Paris über freundlichste Einladung des Herrn Prof. H. ROUVIÈRE aus. Bei den histologischen Untersuchungen standen mir meine Mitarbeiter, die Herren L. PRIBÉK, A. BENSE und B. GYÖRFFY hilfreich zur Seite.

I. Vergleichend-anatomische Untersuchungen.

(Abb. 1—8).

Mit der vergleichenden Anatomie des sympathischen Nervensystems begann man sich erst im vorigen Jahrhundert eingehender zu befassen. Früher war man der Meinung, daß der Tr. symp. — oder wie man ihn damals nannte, der N. intercostalis — unterhalb des Diaphragmas gleich zu den Baucheingeweiden ziehe und daher keinen lumbalen und sakralen Abschnitt besitze. Nach der Auffassung des vorigen Jahrhunderts reicht der N. sympathicus bis tief in das Becken und endet dort, in der Höhe der Ansatzstelle des Schwanzes, in einigen Fasern. Erst gegen das Ende des Jahrhunderts konnte man feststellen, daß der Tr. symp. auch auf den Schwanz übergreift und mit den Schwanznerven in Verbindung steht.

Die vergleichende Anatomie des sympathischen Nervensystems wurde bis zum Ende des vorigen Jahrhundert — mit wenigen Ausnahmen — nur am Pferde studiert. Es hieß, daß in bezug auf das Verhalten des sympathischen Nervensystems zwischen dem Pferde und den übrigen Haustieren kein wesentlicher Unterschied bestehe. Später wurden die vergleichend-anatomischen Untersuchungen auch auf andere Gattungen der Säugetiere ausgedehnt und so konnte man in bezug auf die Anatomie des sympathischen Systems bei den verschiedenen Säugetieren mehr-weniger wichtige Unterschiede nachweisen.

Im vorigen Jahrhundert wurden ferner sehr viele und bedeutende Untersuchungen über die Anatomie, die Histologie und Physiologie der Verbindungen zwischen dem Tr. symp. und den Spinalnerven, der Rami communicantes, ausgeführt. Diese Untersuchungen sollten teils die Selbständigkeit oder Ab-

hängigkeit des sympathischen Nervensystems beweisen, teils das Verhältnis zwischen den Rami und den Spinalwurzeln klären helfen. Um die Jahrhundertwende wurden über die Anatomie der von BECK, J. MÜLLER, ÓNODI, GASKELL, LANGLEY u. a. beschriebenen weißen und grauen Rami communicantes bedeutendere Forschungsarbeiten veröffentlicht.

Abb. 1.

Schwein, *Sus scrofa domestica*. Pars lumbalis et sacralis trunci sympathici. $\frac{1}{2}$ d. nat. Größe. M. psoas und M. depressor caudae links abgetragen. A = Ganglia paravertebralia accessoria (hyospinale Ganglien). B = Stumpf des lumbalen Diaphragmaschenkels. C = Art. lumbalis (durchbohrt das letzte Ganglion). D = rechter M. depressor caudae. E = N. pelvius. G = letztes großes thorakales Ganglion, aus dem der N. splanchnicus maior hervorgeht. Gc = Ganglia caudalia. Gl = Ganglion lumbale, Gs = Ganglia sacralia. L = normal verlaufende Art. lumbalis. NL. IV, NS. IV. = untere Äste des IV. Lumbal- und IV. Sakralnerven. Ps = Psoasmuskulatur. R = Ramus communicans caudalis. Rc. = untere lumbale Rami. Rct, Rct = Rami communicantes transversi. Rco, Rco = Rami communicantes obliqui. Rs = Rr. comm. sacrales. Th = letzter Brustwirbel. U = Äste des Plexus pudendus.

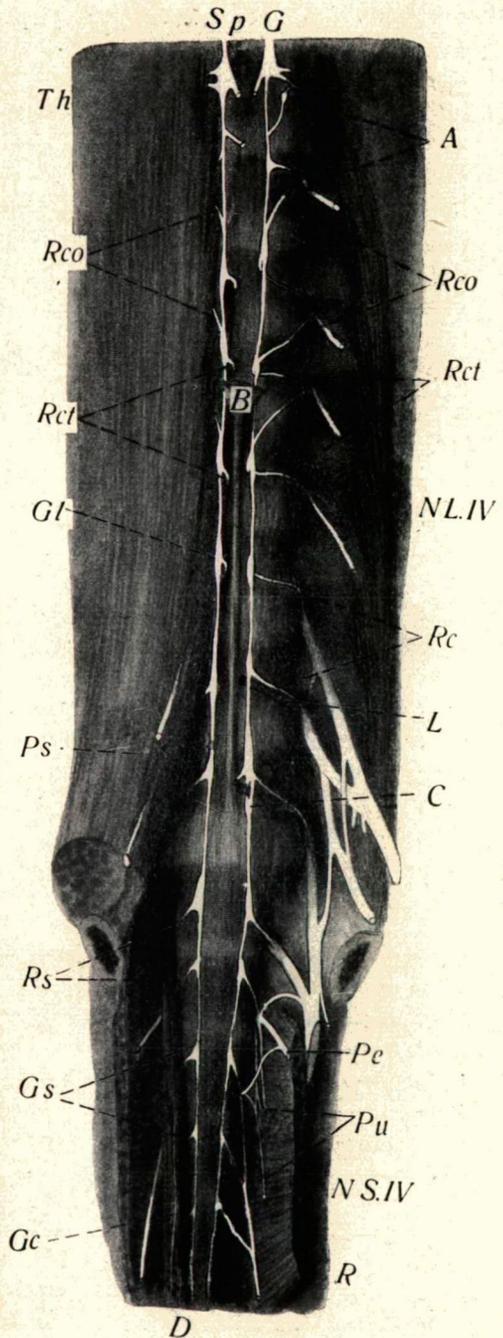


Abb. 1.

1. *Truncus sympathicus.*

Die im einschlägigen Schrifttum über den Verlauf des *Tr. symp.* niedergelegten Ansichten sind sehr verschieden und stehen nicht selten im Widerspruch zu einander. Dies dürfte damit zu erklären sein, daß der *Tr. symp.* während seines Verlaufes mit den verschiedensten Gebilden in Verbindung tritt, daher läßt sich seine Lage nicht einheitlich beschreiben. Unterschiede im Verlaufe des Nerven kann man nicht nur innerhalb der einzelnen Tiergattungen sondern auch innerhalb der einzelnen Familien antreffen, was besonders durch den Grad der Entwicklung der Rumpfmuskulatur bedingt zu sein scheint.

Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen nimmt der *Tr. symp.* bei der größten Zahl der Säugetiere folgenden Verlauf:

Nachdem der *N. splanchnicus major* in einem der unteren thorakalen Segmente den *Tr. symp.* verlassen hat, beginnen die bis dahin auf der Psoasmuskulatur voneinander entfernter gelegenen beiderseitigen *Trunci* zu konvergieren und nachdem sie unter dem Bogen, der den lumbalen Ursprung des Diaphragmas mit dem costalen verbindet, durchgezogen sind, legen sie sich beiderseits dem inneren Rande des *M. psoas* an (Abb. 1—3).

Im oberen und mittleren Drittel des lumbalen Abschnittes steht der *Tr.* bei Tieren mit mittelstarker Psoasmuskulatur bloß mit dem Muskel in Verbindung, ohne dabei die Wirbelsäule zu berühren (Abb. 6, I.). Bei schwächerer Muskulatur liegt der *Tr.* in dem Winkel zwischen *Psoas* und Wirbelsäule, er legt sich nur an die *Fibrocartilagines intervertebrales* an, wobei die Konkavität der Wirbelkörper überbrückt wird. Sehr oft verläuft der *Tr.* im oberen Drittel in der Vertiefung zwischen *Psoas* und Wirbelsäule und im mittleren Drittel auf dem *Psoas* (Abb. 1—2). Bei Säugetieren mit sehr stark entwickelter Rumpfmuskulatur wölbt sich der *Psoas* stark vor, so daß die beiderseitigen Muskelbäuche einander in der Mittellinie beinahe berühren. In derlei Fällen liegen die *Trr.* an der Innenseite der Muskeln, 0,5—1,0 cm vor der Wirbelsäule, wobei die *Trr.* der beiden Seiten aneinander gepreßt zu sein scheinen (Abb. 3).

Im unteren Drittel oder im untersten Viertel des lumbalen Abschnittes hört der Ursprung des *Psoas* auf und die bis dahin nahezu parallel verlaufenden beiderseitigen *Trunci* zeigen hier

mäßige Divergenz. An dieser Stelle legt sich der Truncus bei allen Säugetieren der Wirbelsäule an, doch werden auch hier bloß die Zwischenwirbelknorpel berührt, während die Wirbelkörper mit den in ihrer Konkavität liegenden Arteria und Vena lumbalis überbrückt werden. Bei den meisten Säugetieren erreichen die immer mehr divergierenden Trunci schließlich das Promontorium und gehen dann in den sacralen Abschnitt über (Abb. 1—2). Bei Tieren mit starker Muskulatur beginnt jedoch der Ursprung des M. depressor caudae meist schon bei dem letzten Lendenwirbel, die Tr. der beiden Seiten legen sich dann an die Innenseite des Muskels und konvergieren abermals (Abb. 3). Ebenso kann es zu einer Konver-

Abb. 2.
Pferd, *Equus caballus*. Pars lumbalis trunci sympathici. $\frac{1}{3}$ d. nat. Größe. Die linke Psoasmuskulatur abgetragen. Di = Stumpf des lumbalen Schenkels des Diaphragmas. F = der vom letzten Lumbalganglion zum I. Sakralnerven ziehende R. comm. GL. VI. = das in zwei Teile geteilte letzte Lumbalganglion. NL. IV = IV. Lumbalnerv. Ps = Psoasmuskulatur. Rc = Rr. comm. transversi des V. Segments. Rco, Rco = Rr. comm. obliqui. Ret, Rct. = Rr. comm. transversi. Sp = N. splanchnicus minor. Tr = Truncus sympathicus am Anfange des lumbalen Abschnittes.

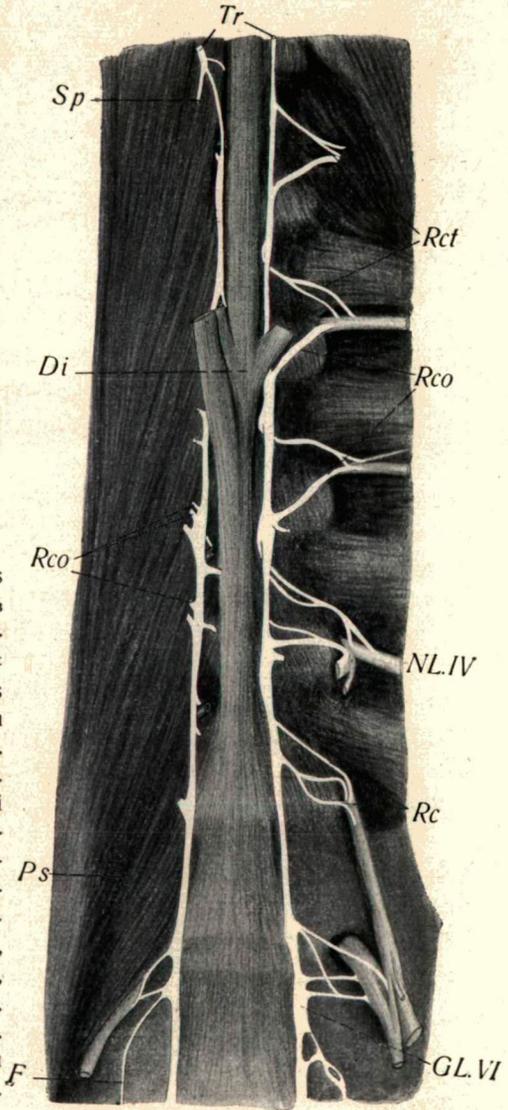


Abb. 2.

genz der Tr. durch eine Verwachsung der beiderseitigen Ganglien in der Höhe des letzten Lendenwirbels kommen, was bei den Karnivoren nicht selten vorkommt.

Eine Abweichung von dem hier beschriebenen allgemeinen Verhalten kann der Tr. symp. dann zeigen, wenn der N. splanchnicus major den Truncus bis zum letzten thorakalen Segment noch nicht verlassen hat. In derlei Fällen wölbt sich der Splanchnicus immer mehr vor und der Tr. symp. löst sich von diesem unter Umständen erst an der Stelle los, wo der Splanchnicus in dem Ganglion semilunare aufgeht. Der Tr. symp. liegt dann eine längere Strecke an der Seite der Bauchorta oder des Crus diaphragmatis und erreicht erst im unteren Drittel die Wirbelsäule.

Bei Anthropoiden (Abb. 7, 8) zeigt der Tr. einen den menschlichen Verhältnissen ähnlichen Verlauf. Er verläuft in der Vertiefung zwischen dem inneren Psoasrand und der Wirbelsäule bis zum letzten Lendenwirbel, verläßt hier den Muskel und erreicht selbständig ohne wesentlichere Divergenz das Promontorium, um dann in den sakralen Abschnitt überzugehen.

Nach dem Abgang des Splanchnicus major wird der Tr. symp. bedeutend dünner und erreicht kaum $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ der Dicke des thorakalen Abschnittes. Dies ist nicht immer ausgeprägt, kann aber in extremen Fällen sehr hohe Grade erreichen.

Der Querschnitt des Tr. ist im allgemeinen rundlich, im unteren Drittel, dort wo er der Wirbelsäule anliegt, erscheint er von vorn etwas abgeflacht. In den Fällen, bei denen die sehr starke Psoasmuskulatur ein Aneinanderdrücken der beiden Trunci bewirkt, erfährt der Querschnitt eine seitliche Kompression.

Der lumbale Truncus besteht bei den meisten Säugetieren aus bloß einem Nervenbündel. Er ist weiß; bei kleineren Tieren von homogener Struktur und zeigt bei größeren Tieren eine Längsfaserung, die darauf schließen läßt, daß in einer gemeinsamen bindegewebigen Scheide mehrere Fasernbündel vorhanden sind. Bei Wiederkäuern kann er ständig und auf größeren Gebieten, bei anderen Tieren selten und dann bloß in 1—2 Segmenten zwischen den einzelnen nacheinander folgenden Ganglien aus 2—3 selbständigen Bündeln bestehen.

2. Lumbale Ganglien.

Nach der allgemeinen Auffassung bestehen unter den Ganglien des Truncus, und sogar unter den Ganglien des ganzen sympathischen Nervensystems, eben die lumbalen Ganglien aus dem dichtesten Gangliengewebe, daher sind sie auch makroskopisch am deutlichsten wahrnehmbar. Wenn sich auch diese Ansicht in bezug auf den Menschen bewahrheiten mag, kann sie nicht immer auch auf die Säugetiere bezogen wer-

Abb. 3.

Katze, *Felis domestica*. Pars lumbalis et pelvina trunci sympathici. M. psoas und M. depressor caudae links abgetragen. $\frac{1}{2}$ d. nat. Größe. Dc = M. depressor caudae. Di = Stumpf des lumbalen Diaphragmaschenkels. Gl = seitlich flachgedrücktes Ganglion lumbale. Gs = Ganglia sacralia. L = Art. lumbalis dringt zwischen den doppelten Ursprungsästen eines Ramus hindurch. M = mit dem N. splanchnicus verschmolzenes I. Lumbalganglion. N = doppelter R. comm. obliquus. NL. I, NL. V = untere Äste des I. und V. Lumbalerven. Pe, Pe = Nervi pelvici. Ps = rechter M. psoas. Rc = die letzten lumbalen Rami communicantes. Rco = Rr. comm. obliqui, Ret = Rr. comm. transversi, S = letzte Lumbal- und erste Sakralarterie (letzte durchbohrt das Ganglion). Sp = Nn. splanchnici maiores. Tr. = Tr. symp. am Anfange des Lumbalabschnittes.

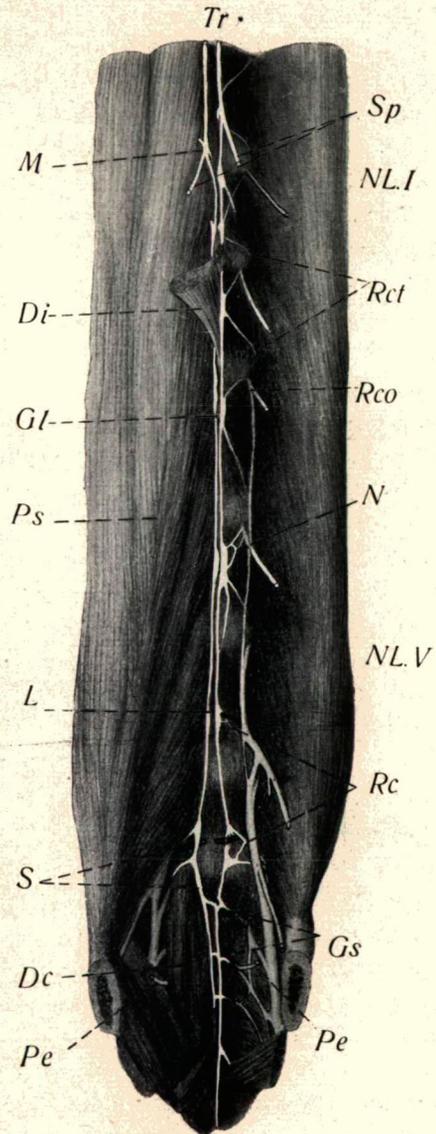


Abb. 3.

den. Bei diesen sind nämlich auch die übrigen Ganglien des Truncus, ferner auch die viszeralen, die sog. prävertebralen Ganglien in ähnlicher Weise aus kompaktem Gangliengewebe zusammengesetzt. Bei einigen anderen Tiergruppen können wieder eben die Ganglien des Truncus makroskopisch weniger ausgeprägt erscheinen und scheinen sich dann zwischen den Fasernbündeln des Truncus ganz zu verlieren (Abb. 2).

Die Zahl der lumbalen Ganglien hängt von der Zahl der lumbalen Wirbel sowie etwaigen Verschmelzungen bzw. Teilungen der Ganglien ab. Im allgemeinen gibt es 6—7, bei Tieren mit weniger Lumbalwirbeln bloß 5 oder auch nur 4. Bei Verschmelzungen oder Teilungen der Ganglien wird diese Zahl nach oben oder unten verschoben, sie kann aber auch trotz dieser Variationen unverändert bleiben.

Die Verschmelzung oder Teilung der Ganglien ist übrigens keine häufige Erscheinung, sie kann aber bei allen Gattungen der Säugetiere vorkommen, am häufigsten wird sie bei den Primates und den Karnivoren angetroffen (Abb. 4, 6—8). Nicht selten kann man eine beiderseitig an derselben Stelle und in derselben Form, also symmetrisch aufgetretene Verschmelzung der Ganglien beobachten. Sie kann in jedem Lumbalsegment vorkommen, bevorzugt werden scheinbar die mittleren und unteren Teile (Abb. 7, 8). Teilungen kommen fast ausschließlich im letzten Segment zustande (Abb. 6, 8). Wie aus der Form der verschmolzenen Ganglien zu sehen, kann es sich um vollständige und unvollständige Verschmelzungen handeln. Die infolge der Spaltungen entstandenen kleineren Ganglien liegen innerhalb des Truncus, dabei kommt es aber manchmal insbesondere bei Primates vor, daß das eine oder das andere kleine Ganglion in einem grauen Ramus comm. liegt, wo es seinen Platz an der Teilungsstelle des Ramus oder an der Vereinigung eines doppelten Ramus einnimmt (Abb. 6, 8-t).

Charakteristisch für die selbständigen Ganglien ist, daß sie in der Konkavität der Wirbelkörper liegen. Im Bereiche dieser Regel kommen jedoch die verschiedensten Variationen vor: das Ganglion kann einmal in der Nähe des oberen ein andermal mehr in der Nähe des entsprechenden unteren Zwischenwirbelknorpels oder auch in der Mitte des Wirbelkörpers liegen. Bei erwachsenen Tieren liegt das Ganglion meist näher zum obe-

ren, bei jungen Tieren näher zum unteren Zwischenwirbelknorpel. Es kann jedoch auch — allerdings selten — in jedem Segment eine andere der hier erwähnten möglichen Lagen einnehmen.

Bei Teilungen ändert sich die Lage der Ganglien im Wesen nicht, da die kleineren Ganglien näher oder entfernter voneinander liegen können, stets aber eine der Konkavität der Wirbelkörper entsprechende Lage einnehmen. Bei Verschmelzungen dagegen kann sich die Lage wesentlich ändern. Sind zwei Ganglien miteinander verwachsen (Abb. 4, 7), dann liegt das so entstandene große Ganglion meist auf der Knorpelscheibe, da es jedoch länger ist, so überragt es diese nach oben oder unten. Sind mehrere Ganglien miteinander verwachsen, was mehr bei Antropoiden zu finden ist (Abb. 8), dann entsteht ein langes Ganglion von unregelmäßiger Zylinderform, das 1—2 Wirbeln und Knorpelscheiben anliegt.

Die Lage des Ganglions hat — wie noch eingehender besprochen werden wird — einen großen Einfluß auf die Verlaufsrichtung des aus dem Ganglion entspringenden grauen Ramus communicans.

Die Größe der Ganglien ändert sich nach den verschiedenen Abschnitten. Die oberen und mittleren Lumbalganglien sind klein, die unteren größer. Oft kann man das Zunehmen der Größe der Ganglien nach unten deutlich verfolgen. Da auch die Spinalnerven im lumbalen Abschnitt nach unten hin an Dicke zunehmen, liegt es nahe anzunehmen, daß die Größe der Lumbalganglien mit der Dicke der Spinalnerven im Zusammenhang stehe. Diese Annahme findet auch theoretisch eine Bestätigung, da die Ganglien des Truncus in den

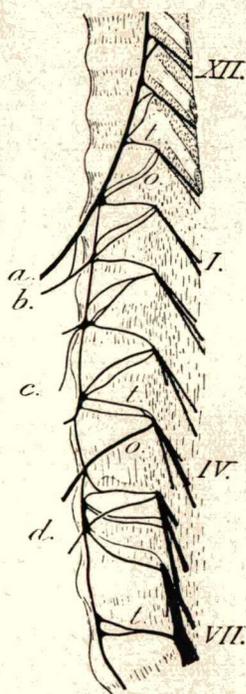


Abb. 4.

Junger Löwe, *Felis leo*. Pars lumbalis trunci sympathici, links, $\frac{1}{2}$ d. nat. Größe. XII = der XII. N. thoracalis. I, IV, VII = die den Zahlen entsprechenden Lumbalnerven. o = Rr. comm. obliqui. t = Rr. comm. transversi.

grauen Rami communicantes postganglionäre sympathische Fasern an die Spinalnerven abgeben. Da die dickeren Nerven mehr Fasern erhalten als die dünneren, sind auch die zu den ersteren gehörenden Ganglien größer als die zu den letzteren gehörenden.

Die Tatsache, daß die Größe der Ganglien des Tr. symp. in einem geraden Verhältnis zu der Dicke der Spinalnerven steht, ist bei Säugetieren sehr deutlich zu sehen, wenn man sämtliche Ganglien des Tr. in diesem Sinne betrachtet. Wenn das Bild durch die Ganglienverschmelzung oder Ganglienteilung nicht gestört wird, dann erscheinen die Ganglien des thorakalen und oberen lumbalen Abschnittes gleich groß. Im unteren lumbalen und im sakralen Abschnitt, wo die starken Nerven der unteren Extremitäten ihren Anfang nehmen, sind die Ganglien bedeutend größer. Im kaudalen Abschnitt sind die Ganglien wieder sehr klein und nehmen von hier abwärts immer mehr an Größe ab. Diese Gesetzmäßigkeit ist besonders ausgeprägt an Vögeln und Reptilien im zervikalen und oberen thorakalen Abschnitt zu beobachten, da hier die Rami comm. und die Rami viscerales fehlen und daher die Größe der Ganglien leicht feststellbar und vergleichbar ist.

Die Größenzunahme der Ganglien in kaudaler Richtung kann durch ihre mehr-weniger veränderliche Form, insbesondere durch Verschmelzungen und Teilungen verdeckt werden.

Die Form der Ganglien ist sehr veränderlich. In den einzelnen Abschnitten kann man ganz regellos kürzere oder längere spindelförmige, zylinderförmige oder dreieckige Ganglien erkennen, doch gibt es auch rundliche, stern-, rhomben-, deltaförmige oder unregelmäßige Ganglien. Auf die Form der Ganglien haben auch die Rami comm. und die lumbalen Splanchnicusäste einen nicht geringen Einfluß: je nachdem ein, zwei oder mehr Rami in das Ganglion münden bzw. ein oder zwei Splanchnicusäste aus dem Ganglion entspringen, kann man veränderliche und öfters für gewisse Abschnitte charakteristische Ganglienformen beobachten. In den obersten Segmenten sind die stern- oder rhombenförmigen, in den mittleren die zylinder- und spindelförmigen Ganglien häufig, während man in den unteren Segmenten meist dreieckige Formen, mit nach außen gerichteter Spitze antrifft.

Die geteilten oder verschmolzenen Ganglien zeigen auch insofern verschiedene Form, ob es sich um einen vollständigen Teilungs- bzw. Verschmelzungsprozeß handelt oder um einen bloß unvollständigen. Im ersteren Falle findet man große spindel-, zylinder- oder ziegelsteinförmige Ganglien, im letzteren Falle hingegen zeigen diese von der etwas eingeschnürten Zylinderform bis zur Hantelform die verschiedensten Übergänge.

In bezug auf das Verhältnis der Ganglien zu den grauen Rami comm. ist es wichtig darauf hinzuweisen, daß die Ganglien oft nicht so sehr im Truncus selbst, wie vielmehr an der Abgangsstelle der grauen Rami aus dem Truncus liegen (Abb. 4—6). Manchmal hat sich das Ganglion vollständig vom Truncus losgelöst und liegt dann vollständig innerhalb des grauen Ramus comm. (Abb. 6, 8-t). Diese schon makroskopisch wahrnehmbaren Erscheinungen sprechen deutlich für den engen Zusammenhang, der zwischen dem Ganglion des Truncus und dem grauen Ramus besteht.

Die lumbalen Ganglien sind im allgemeinen in ventrodorsaler Richtung etwas platt gedrückt. Bei Tieren mit starker Psoasmuskulatur werden die beiderseitigen Trunci durch die Muskulatur aneinander gepreßt, daher erleiden auch die Ganglien in diesen Fällen eine seitliche Kompression.

Was das Verhältnis des Tr. symp. zu den Arteriae und Venae lumbales anlangt, ist aus meinen Präparaten zu sehen, daß die Blutgefäße im allgemeinen in der Konkavität der Wir-

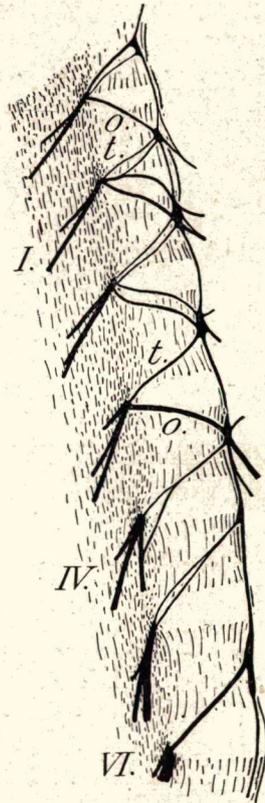


Abb. 5.

Nagetier, *Coelogenys paca*.
 Pars lumbalis trunci sympathici, rechts. $\frac{2}{3}$ d. nat. Größe.
 I, IV, VI = Nn. lumbales I, IV, et VI. o = Rr. comm. obliqui.
 t = Rr. comm. transversi.

belkörper hinter dem Tr. symp. liegen. Ich konnte jedoch öfters beobachten, daß im letzten Lumbalsegment entweder das Ganglion selbst oder aber unmittelbar über oder unter diesem der Truncus von der Arterie durchbohrt wird (Abb. 1, 3). Die Vene läuft aber auch in diesen Fällen stets hinter dem Truncus.

3. Rami communicantes.

Die Verbindungen zwischen dem sympathischen Nervensystem und den Spinalnerven wurden von BECK, J. MÜLLER, GASKELL, ÓNODI und LANGLEY in zwei, sowohl anatomisch wie auch histologisch und physiologisch, von einander scharf getrennte Gruppen geteilt: die Rami communicantes albi und die Rami communicantes grisei. Mit Hilfe histobiologischer und pharmakologischer Untersuchungen konnten sie zeigen, daß die weißen Rami präganglionäre und sensible Fasern spinalen Ursprungs an das sympathische System abgeben, während die grauen Rami postganglionäre Fasern sympathischen Ursprungs zu den Spinalnerven führen. Weitere Untersuchungen ergaben, daß die weißen Rami, je nach der Tier-Rasse, kaudalwärts nur bis zum II—IV. Lumbalsegment erscheinen, während die grauen in allen Segmenten vorhanden sind.

Nach den ausgedehnteren vergleichend-anatomischen Forschungen von VAN DEN BROEK, EISLER, FISCHER, u. a. liege kein morphologischer Grund zur Unterscheidung dieser beiden Arten der Rami vor, obwohl zugegeben werden muß, daß die Rami in den Lumbalsegmenten an Zahl zunehmen und es häufig vorkommt, daß ein Spinalnerv mit zwei sympathischen Ganglien oder aber ein Ganglion mit zwei oder drei Spinalnerven in Verbindung steht.

Nach den Ergebnissen meiner eigenen Untersuchungen sind die von LANGLEY, GASKELL, BECK, J. MÜLLER und ÓNODI beschriebenen beiden Gruppen von Rami bei den meisten Säugetieren im Lumbalabschnitt auch mikroskopisch zu finden und lassen sich voneinander getrennt deutlich nachweisen.

Schon bei der oberflächlichen Betrachtung meiner Präparate fiel mir auf, daß ein Teil der Rami comm. quer, andere wieder schräge verlaufen. Bei der genaueren Beobachtung der anatomischen Eigenschaften der quer und der schräge verlaufenden Rami an einer großen Zahl von Säugetieren, gelangte ich zu folgenden Feststellungen:

a) *Rami communicantes transversi*. Sie sind in jedem Segment vorhanden, entspringen stets aus dem Ganglion des Tr. symp. u. zw. meist von dessen innerem Rande oder von der hinteren Fläche, in den unteren Segmenten vom äußeren Rande des Ganglions. Die Rami ziehen nach der Mittellinie und begegnen der Arteria und Vena lumbalis des entsprechenden Segments (Abb. 1, 6-t). In Begleitung dieser Gefäße, meist zwischen den beiden, verläuft nun der Ramus weiter unter den bindegewebigen Bögen, welche die Ursprungssehnen des *M. psoas* verbinden, hindurch und gelangt so hinter den *Psoas* (Abb. 1—3). Tief unter dem Muskel, in der Konkavität des Wirbelkörpers, dem Periost des letzteren anliegend verläuft dann der Ramus mit den Blutgefäßen gerade dorsalwärts bis zum Foramen intertransversarium. Hier mündet er in den aus diesem austretenden Lumbalnerven meist in einem rechten Winkel.

Die *Rr. comm. transversi* sind graurosafrfarben, ihr Querschnitt ist mehr-weniger rundlich, ihre Substanz erscheint homogen.

Über den Verlauf dieser Rami ist noch zu sagen, daß dieser nicht immer streng transversal gerichtet ist, sondern bei vollentwickelten Tieren nicht selten etwas kaudalwärts geneigt erscheint (Abb. 3, 5—6-t). Bei den meisten Säugetieren war jedoch ein rein transversaler Verlauf zu beobachten. Da die Verlaufsrichtung des Ramus von der Lage des Ganglions abhängt aus dem er entspringen ist, kommen Abweichungen in der Verlaufsrichtung hauptsächlich bei Ganglienverschmelzungen vor. Ist das Ganglion infolge der Verschmelzung nach oben gerückt, dann wird auch der Ramus etwas schräg nach unten verlaufen, rückt das Ganglion nach unten, dann zieht der entsprechende Ramus nach oben.

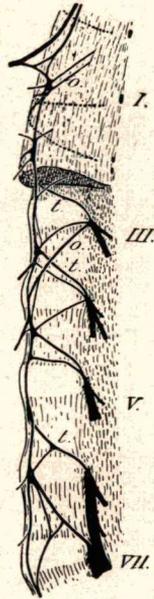


Abb. 6.

Affe, *Cercocebus lunulatus*. Pars lumbalis trunci sympathici, links. 2/3 d. nat. Größe. Die Psoasmuskulatur ist in den oberen Segmenten erhalten. I, III, V, VII = die den Zahlen entsprechenden Lumbalnerven. o = *Rr. comm. obliqui*. T = *Rr. comm. transversi*.

Die Rr. comm. transversi sind meist einfach, sie können aber auch geteilt oder doppelt vorkommen.

In den letzten Lumbalsegmenten können diese Rami eine beträchtliche Dicke erreichen und hier sind auch häufig Verdoppelungen anzutreffen. In jenen unkomplizierten Fällen, wo die Rr. comm. transversi in allen Lumbalsegmenten bloß einfach erscheinen, kann man deutlich beobachten, daß die obersten Rami die dünnsten sind und dann kaudalwärts stets an Dicke zunehmen, so daß die untersten die dicksten sind. Diese Erscheinung steht offenbar — genau so wie die Größe der Ganglien — mit der Dicke des Spinalnerven des entsprechenden Segments in engem Zusammenhang.

b) Die *Rami communicantes obliqui* sind nicht in allen Segmenten, sondern bloß in den oberen anzutreffen. Die untere Grenze ändert sich je nach den verschiedenen Tier-Rassen. Meist entspringt der letzte schräge Ramus aus dem III—V. Lumbalnerven, bei Anthropoiden aus dem I. oder II.

Der schräge Ramus nimmt seinen Ursprung aus dem entsprechenden Spinalnerven in einem spitzen Winkel, meist distalwärts von der Mündung des R. comm. transversus in den Nerven. Er verläuft schräge ventral-caudalwärts und überquert die Zwischenwirbelknorpel meist in schräger Richtung. Diese Rami verlaufen ganz unabhängig von der entsprechenden Arteria und Vena lumbalis oberflächlich, meist zwischen den Muskelbündeln des Psoas, z. T. auch an der Oberfläche des Muskels (Abb. 1-Rco, Abb. 6-o). Den Tr. symp. erreicht der schräge Ramus im allgemeinen erst in der Höhe des Ganglions des nächsten Segments, er muß jedoch nicht in das Ganglion münden, sondern kann auch oberhalb oder unterhalb des Ganglions in den interganglionären Nervenstrang eintreten; den Truncus erreicht er stets an dessen äußerer Seite.

Die Rr. comm. obliqui sind ausgesprochen weiß; bei stärkeren Rami kann man an ihnen eine Längsfaserung erkennen. Der Querschnitt erscheint — infolge der Kompression von seiten der Muskelfasern — flachgedrückt.

Die Rr. comm. obliqui sind meist einfach. Sind im selben Segment zwei vorhanden, dann mündet entweder der obere oberhalb des Ganglions in den internodalen Strang und der untere in das Ganglion, oder der obere in das Ganglion und der

untere unterhalb des Ganglions in den Truncus. Die Dicke ist veränderlich, meist sind die höher gelegenen dicker.

Die Verschmelzung oder Teilung der Ganglien des Truncus hat auf den Verlauf der Rr. comm. obliqui keinen wesentlichen Einfluß.

*

Zwecks leichterer Übersicht sind die Unterschiede zwischen den beiden Arten der Rami hier nebeneinander angeführt:

R. communicans transversus	R. communicans obliquus
transversaler Verlauf	schräger Verlauf
verbindet den Spinalnerven mit dem Ganglion desselben Segments	zieht aus dem Spinalnerven zum Ganglion des nächsten Segments.
wird von der Art. u. V. lumb, begleitet	selbständiger Verlauf
verläuft unter dem M. psoas, liegt den Wirbeln an	zwischen den Muskelbündeln, z. T. an der Oberfläche des Muskels
verläuft in der Konkavität der Wirbelkörper	den Zwischenwirbelknorpeln entsprechender Verlauf, diese werden überquert
entspringt stets aus einem Ganglion	mündet in den Truncus entweder an der Stelle eines Ganglions, oder im internodialen Teil
Ursprung vom inneren — selten äußeren — Rande oder von der hinteren Fläche des Ganglions	mündet stets in den äußeren Rand des Ganglions
mündet in den Spinalnerven in einem rechten Winkel	entspringt aus dem Spinalnerven stets in einem spitzen Winkel
grau-rosafarben	stets rein weiß
erscheint homogen	Längsfaserung
rundlicher Querschnitt	flachgedrückter Querschnitt
die Dicke steht mit der Dicke des entsprechenden Spinalnerven im Zusammenhang	Dicke ist von den Spinalnerven unabhängig
ist in jedem Segment vorhanden	nur bis zum III.—V bei Anthropoiden bis zum I—II. lumbalen Segment anzutreffen

Die histologische Untersuchung der Rami — s. darüber eingehender weiter unten — ergibt, daß die Rr. comm. transversi fast ausschließlich aus marklosen, die Rr. comm. obliqui hingegen nur aus markhaltigen Fasern bestehen, wodurch, auch die verschiedene Farbe der Rami bedingt ist.

Vergleicht man nun meine Befunde mit den Beschreibungen und Abbildungen von LANGLEV, GASKELL, BECK, J. MÜLLER und ÓNODI, so gelangt man zu dem Schluß, daß bei Tieren im

lumbalen Abschnitt den Rr. comm. grisei die transversalen, den Rr. comm. albi hingegen die schrägen Rami entsprechen.

Die höher gelegenen Lumbalnerven bilden demnach mit dem Tr. symp. zweierlei Verbindungen: mit den Rr. comm. transversi erhalten sie aus dem Ganglion des entsprechenden Segments postganglionäre sympathische Fasern und durch die Rr. comm. obliqui senden sie sensible und präganglionäre Fasern an das Ganglion des folgenden Segments.

Die unteren Lumbalnerven erhalten bloß Fasern, geben aber keine ab.

*

Bei einem großen Teile der Säugetiere findet sich auch in den höher gelegenen Lumbalsegmenten bloß je ein Ramus comm., welcher je nach dem Lagenverhältnis zwischen Ganglion und dem entsprechenden Spinalnerven transversal oder — seltener — schräge verlaufen kann.

Bei den Karnivoren ist diese Erscheinung sehr selten, sie ist dort einseitig und auf ein, höchstens zwei Segmente beschränkt. Bei einem großen Teile der Wiederkäuer kommt sie regelmäßig und doppelseitig, in den beiden oberen Segmenten vor, bei den Lemuridae, Chyropterae und bei vereinzelt Wiederkäuern findet sich in allen Lumbalsegmenten bloß je ein Ramus communicans.

Die histologische Untersuchung ergab, daß solche einfachen Rami aus 2—3 oder mehr Nervenbündeln bestehen, von denen die einen das typische Bild der grauen, die anderen jenes der weißen Rami zeigen. Wenn diese auch histologisch aus bloß einem Nervenbündel bestehen, dann wird auch dieses zur Hälfte von markhältigen, zur anderen Hälfte von marklosen Fasern gebildet; zwischen diesen beiden besteht immer eine scharfe Grenze.

In diesen verhältnismäßig seltenen Fällen sind also auch beide Arten der Rr. communicantes vertreten, sie haben sich jedoch aus unbekannter Ursache zu einem Ramus vereinigt.

4. Transversale Verbindungen.

Zwischen den Trunci der beiden Seiten bestehen selten und dann bloß in den letzten Segmenten Verbindungen. Diese bestehen aus dünnen Nervensträngen, die in der Konkavität der Wirbelkörper hinter der Aorta verlaufen. Bei Anthropoiden ist das Vorhandensein einer derartigen Verbindung, Ramus trans-

versus, in den beiden untersten Segmenten als ständige Erscheinung zu betrachten. Nicht selten kann man auch zwei oder drei solche finden, die mitunter bei ihrem Ursprung doppelte Wurzeln erkennen lassen und hinter der Aorta miteinander Anastomosen bilden können. Gegebenenfalls können sie die Ganglien

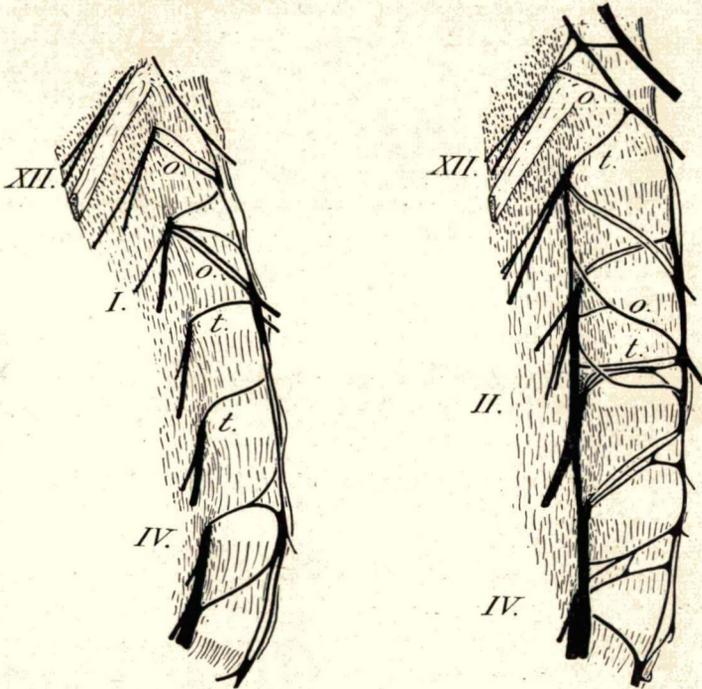


Abb. 7.

Abb. 8.

Abb. 7. Schimpanse. *Troglodytes niger*. Pars lumbalis trunci sympathici, rechts. $\frac{2}{3}$ d. nat. Gr. XII = N. thoracalis XII. I, IV = Nn. lumbales I. et IV. o = doppelte Rr. comm. obliqui. t = Rr. comm. transversi. —
Abb. 8. Gorilla. *Gorilla gorilla*. Rechter Truncus sympathicus. $\frac{2}{3}$ d. nat. Gr. XII = N. thoracalis XII. II., IV = Nn. lumbales II. et IV. o = Rr. comm. obliqui. t = Rr. comm. transversi.

miteinander verbinden; sie können auch vom interganglionären Teil ausgehen.

Bei Karnivoren besteht zwischen den letzten Ganglien keine faserige sondern eine ganglionäre Verbindung. Die beiden Ganglien können auch in der Mitte (x-Form) oder an ihrem unteren Ende (U-Form) miteinander verschmelzen.

II. Anatomische Untersuchungen am Menschen.

Meine bei der Untersuchung des Truncus sympathicus der Haustiere gefundenen anatomischen Eigenheiten veranlaßten uns diese Untersuchungen auch an menschlichen Leichen auszuführen. Bei diesen Untersuchungen hielt ich mir vor allem die Fragen vor Augen, ob das regelmäßige Verhalten des Truncus und seiner Ganglien sowie die Gesetzmäßigkeit der Rami communicantes, wie wir sie bei den untersuchten Tieren vorfinden konnten, auch beim Menschen bestehen, ferner ob man nicht etwa das bei den Tieren angetroffene System auch auf diesen bisher als unregelmäßig geltenden Teil des menschlichen Truncus anwenden könnte, um so der Unklarheit, die auf diesem Gebiete herrscht, endlich ein Ende zu bereiten.

Die Verschiedenheit der beiden Arten von Rami communicantes hat insofern auch praktische Bedeutung, daß die Durchschneidung der verschiedenen Rami von verschiedenen Wirkungen gefolgt werden muß. Dann während die Rami communicantes obliqui, die das Verhalten weißer Rami zeigen, präganglionäre und sensible Fasern für die Baucheingeweide führen, liefern die Rami communicantes transversi, die grauen Rami, postganglionäre Fasern an die Spinalnerven. Die Durchschneidung der ersteren wird demnach einen Einfluß bloß auf das Innervationsgebiet dieser Rami ausüben, während die Durchschneidung der letzteren in dem Innervationsgebiet des entsprechenden Spinalnerven Veränderungen hervorrufen wird, die auf einer sympathischen Wirkung beruhen (Hyperämie, Verminderung der Schweißabsonderung usw.). Die Kenntnis von der Verschiedenheit der beiden Rami-Arten macht es möglich, einmal bloß die sensible und präganglionäre Funktion der Bauchhöhle, ein andermal bloß die erwähnte Funktion der postganglionären Fasern zu beeinflussen.

Bei meinen anatomischen Untersuchungen am Menschen konnte ich tatsächlich dieselbe Gesetzmäßigkeit wie bei den Tieren antreffen, doch waren die Verhältnisse hier etwas weniger einfach.

A) Ergebnisse bei Erwachsenen.

(Abb. 9—15).

(Erläuterung der Abkürzungen bei den Abb. 10—15):

A = kleine Ganglien der Rr. comm. transversi	Rc = R. comm. transv. lumb. V.
Di = Crus med. d. Pars lumb. diaphragmatis	Rct = Rr. comm. transversi
G = Gangl. lumbale supremum	Rco = Rr. comm. obliqui
Gls = Gangl. lumb. superius	Ro = aus dem N. subcostalis abgehender R comm. obliquus
Gli = Gangl. lumb. inferius	Rm = Rami viscerales
Gl. V = Gangl. lumb. quintum	Sp. = Die aus dem Gangl. lumb. supremum entspringende untere Wurzel des N. splanchnicus minor
Gs = Gangl. sacrale primum	Tr. = Truncus sympathicus
NL. I, NL. II, NL. III usw. = die entsprechenden Lumbalnerven	

Aus meinen vom lumbalen Abschnitt des menschlichen Truncus sympathicus angefertigten Präparaten läßt sich feststellen, daß die Anatomie dieses Abschnittes sehr veränderlich ist; obwohl auch einfachere Formen vorkommen (Abb. 9, 10), sind die komplizierteren häufiger (Abb. 11—15). Von den drei wichtigsten anatomischen Faktoren: Truncus sympathicus, Ganglia paravertebralia und Rami communicantes, zeigen die meisten Variationen bzgl. Lage, Form und Größe die Ganglien. Diese üben durch ihre Teilungen, besonders jedoch durch ihre häufigen Verschmelzungen einen großen Einfluß auf das Verhalten des Truncus und in erster Linie der Rami communicantes aus.

1. Der Truncus sympathicus.

Der Truncus liegt an der Stelle, wo die vordere und seitliche Fläche der Wirbel zusammentreffen, in dem Winkel, der durch den inneren Rand des Psoas und die Wirbelsäule gebildet wird. (Abb. 9). Der Tr. bildet einen ventralwärts konvexen Bogen, der im X—XI. thorakalen Segment beginnt und bis an das Promontorium reicht. Im oberen Anteil, an der Seite der letzten Brustwirbel verläuft der Tr. selbständig, ebenso in der Höhe des letzten Lendenwirbels, wo der Ursprung des Psoas aufhört.

Man kann drei Verlaufsarten unterscheiden: a) Der Tr. verläuft auf beiden Seiten als einfacher Strang (Abb. 10 und 14). b) Der Tr. ist im wesentlichen einfach und erscheint bloß auf eine kurze Strecke in zwei Teile geteilt; es kann vorkommen,

daß von der Teilung bloß die eine Seite betroffen ist, auf der anderen Seite bleibt der Tr. einfach (Abb. 9 u. 12); nicht selten sieht man die Teilung an der Stelle des Überganges in den sakralen Abschnitt (Abb. 11). c) Der Tr. ist z. gr. T. in zwei bis drei Äste geteilt; in derlei Fällen findet man am unteren Ende des lumbalen Abschnittes stets mehrfache Teilungen (Abb. 15). Auch hier kann es vorkommen, daß der Tr. der einen Seite einfach, jener der anderen auf einer großen Strecke geteilt verläuft (Abb. 13).

2. Die lumbalen Ganglien.

Hier kommt es sozusagen ständig zur Verschmelzung der Ganglien, daher ist ihre Anzahl stets geringer als fünf. Fünf Ganglien konnte ich in keinem meiner Präparate finden, auch vier beiderseits gehört zu den Seltenheiten (Abb. 10), obzwar in der Literatur meist diese Zahlen angegeben werden. Häufig findet man auf der einen Seite vier, auf der anderen zwei oder drei (Abb. 11—12), noch häufiger beiderseits drei (Abb. 14) oder zwei (Abb. 15), mitunter auf der einen Seite drei, auf der anderen zwei Ganglien (Abb. 9 und 13).

Die Verschmelzung der Ganglien ist zwar eine ständige Erscheinung, doch erreicht sie verschiedene Grade. Wir untersuchten nun, welche Ganglien ständig, oder wenigstens häufig verschmelzen, für welche hingegen die Selbständigkeit charakteristisch ist.

Das oberste Lumbalganglion liegt eigentlich nicht in der Bauchhöhle sondern hinter der Pars lumbalis diaphragmatis. Es ist meist selbständig (rechts: Abb. 9—12, links: Abb. 10, 11, 14), oder gesellt sich zu dem vereinigten zweiten-dritten Ganglion (rechts: Abb. 15, links: Abb. 9, 13, 15). Seltener verwächst es mit dem letzten Thorakalganglion (rechts: Abb. 14), oder fehlt vollständig (rechts: Abb. 13, links: Abb. 12). Neben diesen Eigenheiten gibt dieses Ganglion auch noch häufig die untere Wurzel des N. splanchnicus minor ab (rechts: Abb. 9—12, links: Abb. 10, 14). Wegen all der beschriebenen Eigenschaften will ich dieses Ganglion „*Ganglion lumbale supremum*“ nennen. Der typische Ort dieses alleinstehenden Ganglions liegt am unteren Anteil der letzten thorakalen Fibrocartilago; es ist meist spindel-, seltener zylinderförmig oder dreieckig.

Zwischen dem zweiten und dritten Lumbalganglion bestehen meist Verwachsungen (rechts: Abb. 10—13, links: Abb. 10); nicht selten gesellt sich zu diesen auch noch das Ganglion

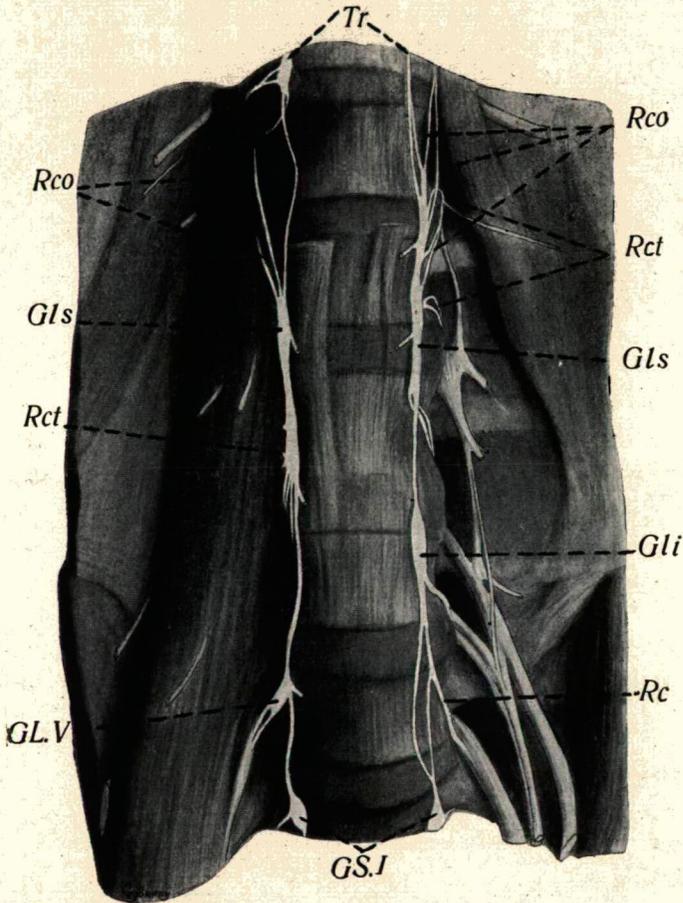


Abb. 9.

Mensch. Pars lumbalis trunci sympathici, von vorn gesehen. $\frac{1}{2}$ d. nat. Gr. Linker Psoas abgetragen. Gls = Ganglion lumbale superius. Gli = Ganglion lumbale inferius. GL. V = 5. Lumbalganglion. Gs = Obere sakrale Ganglion. Rc = R. comm. transversus des V. Lumbalnerven. Rco = Rr. comm. obliqui. Rct. = Rr. comm. transversi. Tr. = Truncus sympathicus.

lumbale supremum (rechts: Abb. 15, links: Abb. 9, 13, 15); seltener sind die beiden mit dem vierten verschmolzen (rechts: Abb. 9, 14, links: Abb. 14). Das dritte Ganglion fand ich nie-

mals alleinstehend, das zweite auch bloß in zwei Fällen (links: Abb. 11, 12), hier war das dritte mit dem vierten verwachsen (nach VALENTIN soll dies die häufigste Ganglienschmelzung im lumbalen Abschnitt sein). Meist findet sich demnach an der Stelle der beiden Ganglien eine verschmolzene Gangliengruppe, die ich *Ganglion lumbale superius* benenne. Wenn die Gangliengruppe bloß aus dem zweiten und dritten Ganglion gebildet ist, zeigt sie Biskotten-, Zylinder-, seltener Spindelform; sie liegt stets auf der zweiten lumbalen Knorpelscheibe, da sie aber länger ist als diese, reicht sie auch auf die nächsten Wirbel.

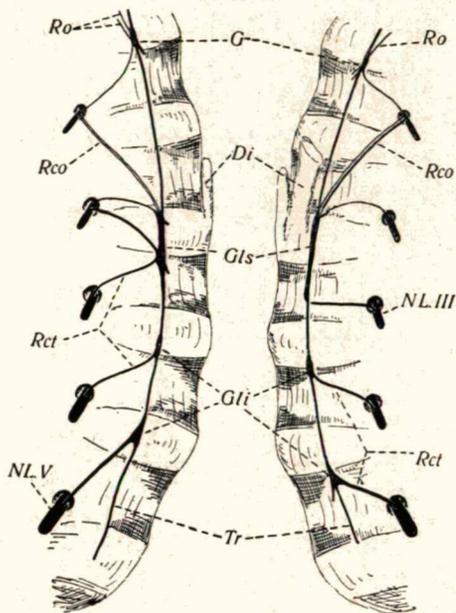


Abb. 10.

Ist die Masse aus der Vereinigung der ersten drei Ganglien entstanden, dann ist sie länglich, unregelmäßig, flachzylinderförmig, sie liegt dann meist dem II. Lendenwirbel an, reicht aber auch auf die I. und II. Knorpelscheibe. Wird sie endlich durch die drei mittleren Ganglien gebildet, dann zeigt sie eine ähnliche Form und liegt der II. Knorpelscheibe und dem III. Wirbel an.

Das vierte und fünfte Lumbalganglion ist meist selbständig (rechts: Abb. 10—13, links: Abb. 10. bzw. rechts: Abb. 9—

14 und links: Abb. 10, 12, 14) sie können aber auch miteinander verwachsen sein (rechts: Abb. 15, links: Abb. 9, 15), seltener hat sich auch das dritte Ganglion mit ihnen vereint (links: Abb. 11). Die vereinigten unteren Ganglien nennen wir *Ganglion lumbale inferius*, wenn sie alleinstehen *Ganglia lumbalia inferiora*. Die selbständigen Ganglien sind spindelförmig oder dreieckig, sie liegen an dem oberen Rande des betreffenden Wirbels, die vereinigten sind biskotten-, zylinder- oder spindelförmig, liegen

auf dem IV. oder V. Wirbel mitunter auf der zwischen diesen liegenden Knorpelscheibe. Wenn das dritte Ganglion auch mit ihnen vereinigt ist, dann zeigen sie längliche, unregelmäßige Gestalt und liegen in dem Raum zwischen dem unteren Anteil des III. Wirbels und dem oberen Anteil des V. Wirbels.

3. Rami communicantes.

Die beiden Arten von Rami communicantes, die Rami communicantes obliqui und transversi, waren auch beim Menschen zu finden. Obwohl bei komplizierteren Formen (Abb. 13—15) die Lage der Ganglien durch verschiedene Verschmelzungen sehr veränderlich ist und die Anordnung der Rami durch die Teilung des Truncus und die größere Zahl der Rami etwas verwischt sein kann, ist es doch leicht möglich die zwei Gruppen der Rami bei einfacheren Formen (Abb. 9—12) voneinander zu trennen.

In bezug auf den Verlauf der Rami finden sich im Schrifttum die verschiedensten Angaben. Auf den Abbildungen von WALTER und RÜDINGER sieht man noch keine Spur eines Systems. Nach HIRSCHFELD-

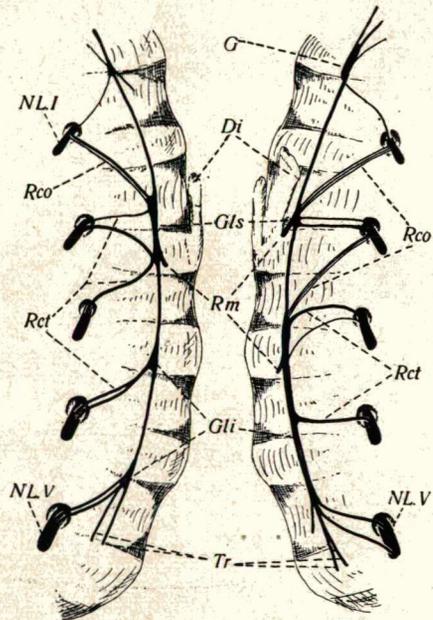


Abb. 11.

LÉVEILLÉ: „ . . . les supérieurs sont légèrement obliques en haut, les inférieurs obliques en bas et les moyens plus ou moins transversaux . . .“ CRUVEILHIER sagt u. a. „ . . . à chaque ganglion aboutissent des nerfs fournis non seulement par la paire correspondante, mais encore par la paire qui précède immédiatement . . .“ LUSCHKA fand, daß die Rami teils zwischen den Muskelfasern des Psoas, teils unterhalb des Muskels verlaufen. SAPPEY, HARMAN, QUAIN, JUBA und HOVELACQUÉ sind derselben Ansicht, doch kommt es ihrer Meinung nach seltener vor,

daß die Rami zwischen den Muskelfasern verlaufen, dies soll bloß für den vom ersten Lumbalnerv zum zweiten Ganglion ziehenden Nerv gelten. POIRIER-CHARPY versuchen in ihrem Handbuch die Auffassungen von CRUVEILHIER und LUSCHKA in Einklang zu bringen. Am klarsten wird diese Frage noch von WERTHEIMER und BONNIOT beurteilt, die die beiden Gruppen von Rami voneinander zu trennen bestrebt sind: „ . . . Les rameaux transversaux . . . passent presque de suite sous les arcades fibreuses d'insertion du psoas. Ils cheminent en général sur les berges ou dans le fond de la circonférence excavée des vertèbres . . .“ „Les rameaux obliques . . . peuvent pénétrer dans le psoas en passant sous une des arcades fibreuses d'insertion du muscle, ou directement à travers ses fibres charmes. Dans leur trajet ils croisent obliquement les corps vertébraux et les disques et n'ont pas de rapports intimes avec les vaisseaux . . .“ Weitere wichtige Angaben über diesen Gegenstand finden sich in neueren Veröffentlichungen.

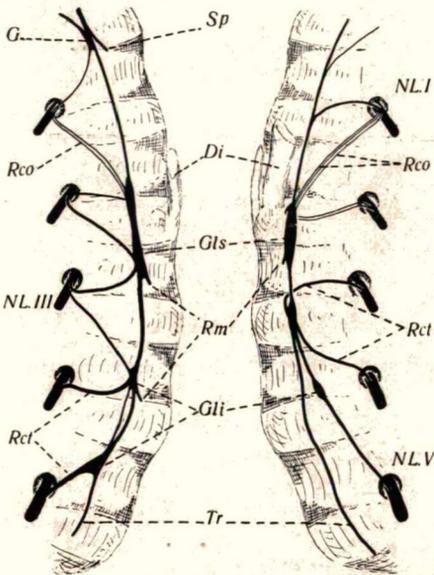


Abb. 12.

a) *Rami communicantes obliqui.*

Sie entspringen aus den Spinalnerven, ziehen schräge ventral- und kaudalwärts und münden in das Ganglion des nächsten Segments, d. h. der aus dem letzten Thorakalnerven entspringende Ramus mündet in das erste Lumbalganglion, der aus dem ersten Lumbalnerven entspringende Ramus in das zweite Lumbalganglion usw. Anfangs verlaufen sie zwischen den Muskelfasern des Psoas, gelangen dann an die Oberfläche des Muskels und verlaufen hier in einer geraden Linie zum Truncus (Abb. 9, Rco, rechts). Der aus dem zweiten — manchmal auch der aus dem ersten — Lumbalnerven abgehende Ramus gelangt

nicht auf die Oberfläche des Muskels, sondern verbleibt während seines ganzen Verlaufes zwischen den Muskelfasern. Die Mündung in den Truncus erfolgt im oberen Anteil des selbständigen Ganglions, bei vereinigten Ganglien in dem entsprechenden Segment, stets an der Außenfläche des Ganglions. Im Gegensatz zu den transversalen Rami werden die schrägen nicht von Blutgefäßen begleitet.

Ihre Anzahl ist verschieden, nicht selten sind sie einfach (Abb. 14, Rco, links), doch sind die nebeneinander (Abb. 10, Rco) oder die voneinander getrennt verlaufenden doppelten Rami häufig zu finden (Abb. 15, Ro). Selten finden sich drei Stränge nebeneinander (Abb. 11, Rco, links), doch können aus einem Nerv auch vier Stränge entspringen (Abb. 15, links, der zweite Nerv).

Rr. comm. obliqui sind nicht in allen, sondern bloß in den oberen Lumbalsegmenten zu finden. Die untere Grenze ihres Vorkommens wird meist durch den zweiten

Lumbalnerv gebildet

(rechts: Abb. 10, 11, 14, 15, links: Abb. 13, 15), d. h. aus diesem entspringt der letzte schräge Ramus; seltener aus dem ersten (rechts: Abb. 9, links: Abb. 9, 10, 12) oder aus dem dritten Lumbalnerven (rechts: Abb. 12, 13, links: Abb. 11).

Eine Unregelmäßigkeit im Verlaufe des schrägen Ramus ergibt sich, wenn er den Truncus nicht im nächsten Segment, sondern erst im zweitächsten (Abb. 14 Rco, rechts) oder im selben (Abb. 15, Rco, links) erreicht. Diese Unregelmässigkeiten sind jedoch sehr selten, häufiger kommt es vor, daß der schräge Ramus nicht in das Ganglion sondern unmittelbar oberhalb oder unterhalb dieses in den interganglionären Teil mündet.

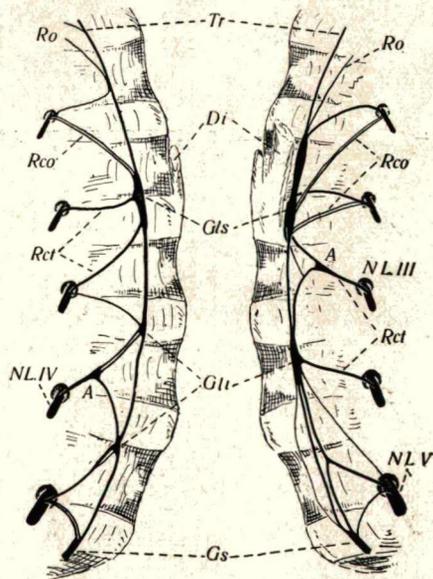


Abb. 13.

b) *Rami communicantes transversi.*

Diese Rami entspringen aus dem Truncus und ziehen quer dorsalwärts, um stets in den Spinalnerven desselben Segments zu münden. In der Mehrzahl der Fälle gehen sie aus den Ganglien des Truncus hervor und nur äußerst selten kommt es vor, daß sie aus dem interganglionären Teil entspringen (z. B. bei fehlendem Ganglion lumbale supremum im ersten Segment). Sie verlassen den Truncus bei selbständigen Gangliis aus deren unterem Ende, bei doppelten Gangliis aus dem oberen und unteren Ende, bei längeren Gangliis aus dem dem betreffenden Segment entsprechenden Teil, meist an dem äußeren, seltener am inneren Rande oder an der hinteren Oberfläche des Gangliions. Bei ihrem Ursprunge ziehen sie so-

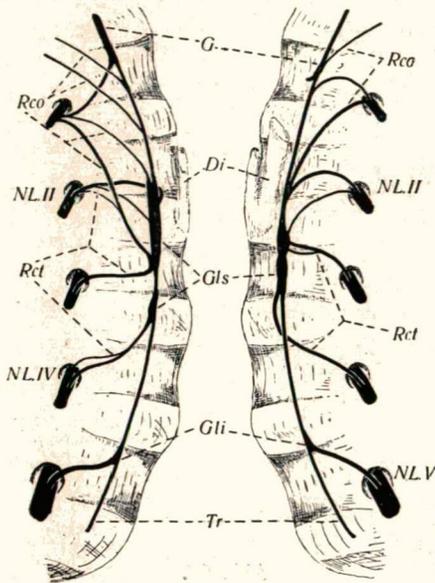


Abb. 14.

gleich unter den Psoas — in den oberen Segmenten unter den bindegewebigen Bogen, welcher die Ursprungsfasern dieses Muskels verbindet — hier schließt sich ihnen die entsprechende Arteria und Vena lumbalis an, in deren Begleitung sie tief unter dem Muskel in der Konkavität der Wirbelkörper verlaufen, wobei sie sich an diese ang anlegen. In den Spinalnerven münden sie meist zentralwärts vom Ursprunge des schrägen Ramus.

Meist erscheinen diese Rami einfach (Abb. 10, 12), nicht selten sieht man ihrer zwei (Abb. 11) bei dem letzten Lumbalnerven kommen auch drei vor (Abb. 13). Kaudalwärts nehmen sie an Dicke und gegebenenfalls auch an Zahl allmählich zu. Da auch die Spinalnerven kaudalwärts dicker werden, scheint die Dicke der Rami mit den entsprechenden Spinalnerven zusammen zu hängen.

Bei ihrem Ursprunge ziehen sie so-

Der Verlauf der *Rr. comm. transversi* ist bloß in den oberen Segmenten ausgesprochen transversal, in den unteren verlaufen sie im allgemeinen etwas schräg nach abwärts gerichtet. Ihre Verlaufsrichtung hängt — abgesehen von den weiter unten angeführten Ausnahmen — auch noch von der Lage des Ganglions ab, aus dem sie entsprungen sind. Ist dieses infolge von Verschmelzungen nach oben verschoben, dann verlaufen die Rami stärker schräge, rückt das Ganglion mehr nach unten, dann verlaufen sie transversal, oder sogar etwas schräge nach oben.

Folgende Abnormitäten sind zu erwähnen: Die äußere Spitze des dreieckigen letzten Lumbalganglions setzt sich in den Ramus fort. Es kommt vor, daß das Ganglion sozusagen in den Ramus hineinwächst, wodurch man den Eindruck gewinnen kann, daß es nicht im Truncus, sondern im Anfangsteil des Ramus liegt (Abb. 12, das letzte Ganglion rechts); manchmal liegt es ganz im Ramus (Abb. 12, das letzte Ganglion links). Ferner kann der letzte Lumbalnerv

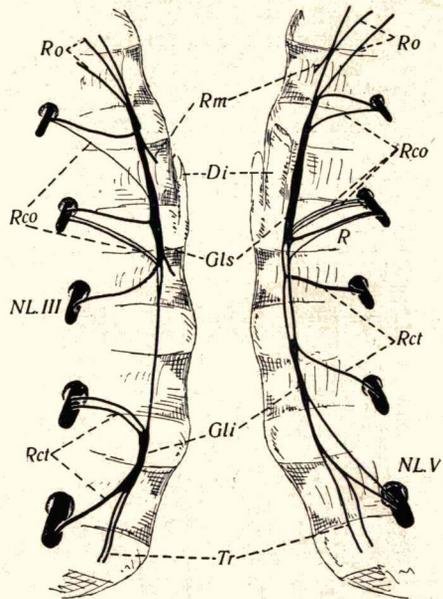


Abb. 15,

manchmal nicht bloß aus dem Lumbalganglion sondern auch aus dem obersten Sakralganglion einen Ramus erhalten (Abb. 13); in seltenen Fällen senden schon in den letzten Lumbalsegmenten zwei Ganglien ihren transversalen Ramus zu demselben Nerven (ein oberer und unterer, Abb. 13, NL. III, NL. IV.); meist vereinigen sich diese Rami und münden als gemeinsamer Strang in den Nerven, an der Stelle der Vereinigung liegt oft ein kleines Ganglion.

Die beiden Gruppen der Rami werden außer durch ihre anatomischen Eigenschaften auch noch durch ihre Farbe von-

einander unterschieden: die Rr. comm. transversi sind grau-rosafarben, die Rr. comm. obliqui hingegen weiß.

B) Ergebnisse bei Neugeborenen.

(Abb. 16—23).

Erläuterungen zu diesen Abbildungen:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| XII = letzter thorakaler Nerv | i = alleinstehendes V. Lumbalganglion |
| I, II usw. = I II. usw. Lumbalnerv | k = letzter lumbaler N. splanchnicus |
| a = Ganglion lumbale supremum | l = kleine viszerale Äste des V. Lumbalganglions |
| b = Verschmelzung des letzten thorakalen mit dem ersten lumbalen Ganglion | o = R. comm. obliquus |
| c = Tr. symp. | t = R. comm. transversus. |
| g = große lumbale Ganglienmasse | |

Bei meinen Untersuchungen über die Anatomie des lumbalen Tr. symp., seiner Ganglien und Rr. communicantes beim erwachsenen Menschen konnte ich die Zahl der Nervenstränge des Truncus, die Häufigkeit der Ganglien-Verschmelzungen, die charakteristische Lage

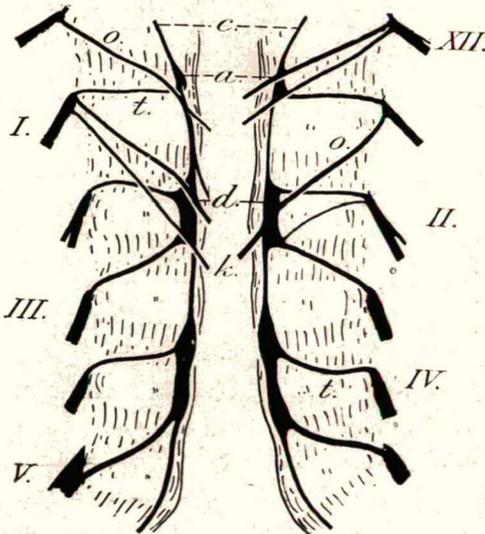


Abb. 16.

der verschmolzenen Ganglien sowie das Verhalten der Rr. comm. feststellen. Im lumbalen Abschnitt konnte ich auf Grund ihrer Verlaufsart zwei Gruppen von Rr. communicantes, die schrägen und die transversalen Ramj voneinander trennen.

Meine Untersuchungen am Neugeborenen hatten nebst der allgemeinen Beschreibung und dem Vergleiche mit den Befunden beim Erwachsenen den Zweck, einerseits den Grad der Ganglien-Verschmelzungen festzustellen, andererseits für die beim Erwachsenen gefundene abnorme Verlaufsrichtung der

Rr. comm. transversi in den unteren Segmenten eine Erklärung zu finden.

Bei Neugeborenen wurde der lumbale Abschnitt des Tr. symp. von MATSUSHIMA untersucht. Aus einem Referat der japanischen Originalmitteilung entnehme ich u. a. folgende Zeilen: „... Die Zahl der Ganglien beträgt $4,08 \pm 0,82$ in der Bauchhöhle u. zw. $3,84 \pm 0,88$ Lumbalganglien. Alle Ganglien sind mit einem oder zwei, seltener drei Spinalnerven verbunden, wonach sich drei Typen unterscheiden lassen. Am R. communicans des Lendensympathicus findet sich selten ein Nebenganglion. Der R. transversalis ist im Lendensympathicus manchmal nachzuweisen. Der erste R. transversalis liegt zwischen den beiderseitigen 3. Lendenganglien. Die Eingeweideäste des Sympathicus gehen aus dem Gebiete des Grenzstranges zwischen dem 5—8. Brust- und dem 2—3. Lendenganglion hervor“.

1. Der Truncus sympathicus.

Bei meinen Präparaten zeigte der Tr. symp. einen ähnlichen Verlauf wie beim Erwachsenen. In bezug auf die Teilung des Tr. ließen sich beim Erwachsenen drei Typen unterscheiden, die ungefähr gleich häufig anzutreffen sind: a) der Tr. ist beiderseits bis an sein Ende einfach; b) er ist auf einer größeren Strecke einfach und bloß auf einer kleineren Strecke — bisweilen bloß auf einer Seite, meist in der Nähe des Überganges in den sakralen Teil — geteilt; c) der Tr. ist zum größten Teile in zwei oder drei Stränge geteilt. Beim Neugeborenen fand ich hingegen bloß in zwei Fällen eine Teilung des Truncus (Abb. 18 und 21) und diese war auch bloß auf die Strecke zwischen den letzten Lumbal- und den obersten Sakralganglien beschränkt. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle blieb der Truncus in seinem ganzen Verlaufe einfach.

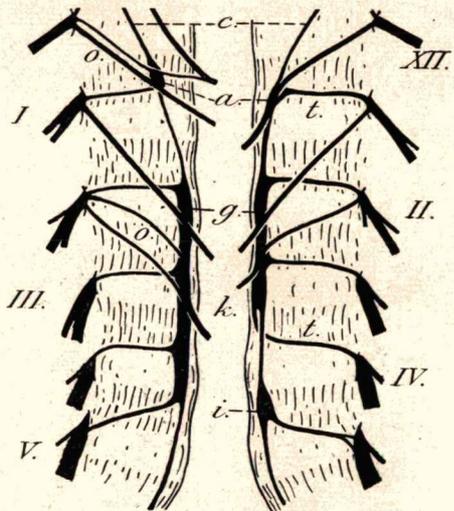


Abb. 17.

2. Die Lumbalganglien.

Bei Neugeborenen fand ich häufiger eine Verschmelzung der Ganglien als beim Erwachsenen, auch erreicht sie hier meist höhere Grade.

Beim Erwachsenen ist nämlich das Ganglion lumbale supremum des ersten Segments meist selbständig, während das zweite und dritte Ganglion meist zu dem gemeinsamen Ganglion lumbale superius verschmolzen ist. Die Ganglien des vierten und fünften Segments sind in der Hälfte der Fälle selbständig, in der

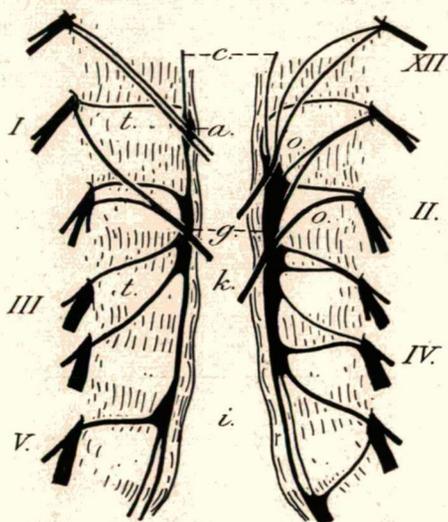


Abb. 18.

anderen Hälfte zu einem Ganglion, dem Ganglion lumbale inferius verschmolzen. Eine Vereinigung des Ganglion lumbale superius mit dem ersten oder mit dem vierten Ganglion kommt selten vor und auch dann besteht diese Ganglienmasse bloß aus höchstens drei Ganglien.

Beim Neugeborenen ist hingegen das Ganglion lumbale supremum (a) nur in der Hälfte der Fälle selbständig (rechts: Abb. 16—18, 22, links: Abb.

15—17, 21), es ist häufig mit dem letzten thorakalen Ganglion vereint (b) (rechts: Abb. 19, 21, 23, links: Abb. 19, 22), oder mit der großen lumbalen Ganglienmasse verschmolzen (rechts: Abb. 20, links: Abb. 18, 20, 23). Form und Länge des selbständigen Ganglions stimmen mit jenen der Erwachsenen überein. Das mit dem letzten thorakalen vereinigte Ganglion zeigt eine unvollständige Verschmelzung; es ist meist hantel-, biskotten-, seltener zylinderförmig, liegt der letzten thorakalen Knorpelscheibe an, überragt diese jedoch nach oben und unten.

Das beim Erwachsenen häufige, aus der Verschmelzung des zweiten und dritten Ganglions entstandene Ganglion lumbale superius (d) war in dieser Form hier selten zu sehen (rechts:

Abb. 16, links: Abb. 16, 21). Häufiger wird es durch die Vereinigung der Ganglien der drei mittleren Lumbalsegmente gebildet (rechts: Abb. 18, 21, 23, links: Abb. 17, 19), manchmal schließt sich auch noch das obere Ganglion an (rechts: Abb. 20, links: Abb. 20, 23). Es war auch die Verschmelzung des Ganglion lumbale superius mit dem inferius zu beobachten (rechts: Abb. 17, 19, 22, links: Abb. 22), in einzelnen Fällen konnte ich sogar die Verschmelzung sämtlicher Lumbalganglien zu einer voluminösen Ganglienmasse antreffen (Abb. 18, links). Das Ganglion lumbale superius liegt an derselben Stelle wie beim Erwachsenen. Ist es auch mit dem Ganglien des vierten Segmentes verwachsen, dann reicht es ungefähr von dem oberen Rande der II. bis zum unteren Rande der III. Knorpelscheibe. Manchmal ist das Ganglion kürzer (Abb. 23, rechts: erreicht es z. B. kaum den oberen Rand der III. Knorpelscheibe), dann ist jedoch seine Dicke und Breite ausgeprägter. Wird die lumbale Ganglienmasse von den oberen vier Ganglien gebildet, dann reicht diese vom

oberen Rande der I. Knorpelscheibe bis zum unteren Rande der III. Knorpelscheibe, bei Teilnahme der unteren vier Ganglien an der Verschmelzung, vom oberen Rande der II. bis zum unteren Rande der IV. Knorpelscheibe. Die große Ganglienmasse die aus der Verschmelzung sämtlicher lumbalen Ganglien entstanden war, reichte vom oberen Rande des II. Lendenwirbels bis zur Mitte der IV. Knorpelscheibe, war aber sehr breit.

Größere lumbale Ganglienmassen sah ich in 5 Fällen aus drei, in 7 Fällen aus vier und in einem Falle aus fünf Ganglien zusammengesetzt. Solche Ganglienmassen (g) sind von unregelmäßiger, in ventrodorsaler Richtung etwas flachgedrückter

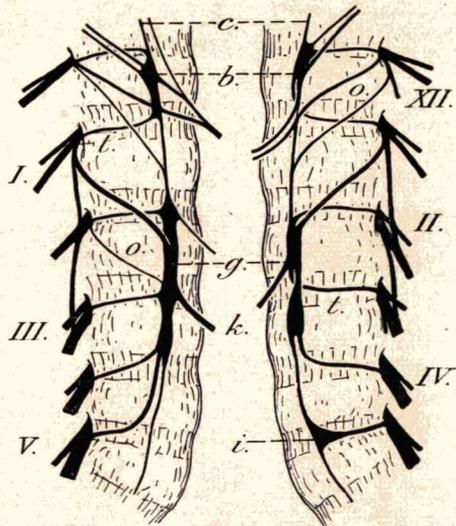


Abb. 19.

Zylindergestalt, die an der Ursprungsstelle der Rami comm. und der lumbalen Nn. splanchnici Vorsprünge, Verschmälerungen oder Verdickungen aufweisen.

Das vierte Lumbalganglion erschien bloß in einem Falle selbständig (Abb. 21, links), meist ist es mit der lumbalen Ganglienmasse vereint, seltener mit dem fünften Ganglion verschmolzen (Abb. 16 beiderseits). Das fünfte Ganglion steht in ungefähr der Hälfte der Fälle allein (i) (rechts: Abb. 18, 20, 23, links: 17, 19, 21, 23), es ist selten mit dem vierten Ganglion, häufiger mit der großen Ganglienmasse verschmolzen. In einem Falle

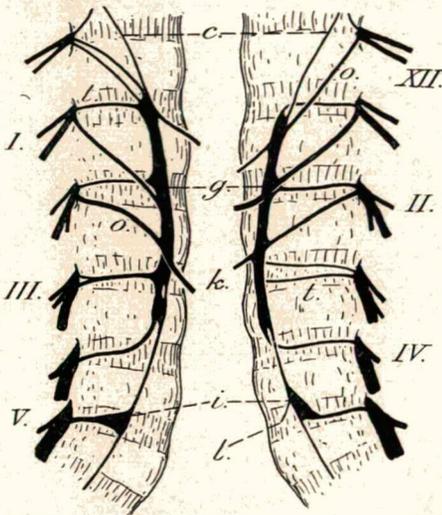


Abb. 20.

war es gespalten (Abb. 21, rechts). Form und Lage der selbständigen sowie der zu einem Ganglion lumbale inferius verschmolzenen Ganglien stimmt mit jenen der Erwachsenen überein.

3. Rami communicantes.

Die *Rami communicantes obliqui* (o) zeigen in allem die bei den Erwachsenen angetroffenen Gesetzmäßigkeit. Meist sind sie einfach, in ungefähr $\frac{1}{3}$ der Fälle entspringen zwei

aus demselben Nerven, in einem Falle sah ich sogar drei in einem Segment (Abb. 21. Ursprung aus dem rechten N. subcostalis). Die Rr. comm. obliqui erreichen sehr oft den Truncus nicht in der Höhe des Ganglions des nächsten Segments sondern etwas tiefer, bei dem Vorhandensein von lumbalen Ganglienmassen unterhalb des Ursprunges des R. comm. transversus des nächsten Segments. Der unterste schräge Ramus entstammt im allgemeinen dem II. lumbalen Spinalnerven, in drei Fällen sah ich diesen Ramus aus dem I. Lumbalnerven entspringen (rechts: Abb. 16, links: Abb. 19, 21).

Die *Rami communicantes transversi* (t) sind im allgemeinen einfach, sehr selten geteilt oder doppelt. Der Ursprung dieser Rami aus dem internodalen Teil des Truncus war bei Neu-

geborenen niemals zu beobachten, während dies beim Erwachsenen im ersten Lumbalsegment bei Fehlen des Ganglions manchmal vorkommt. Der Ursprung aus den Ganglien des Truncus sowie die Verlaufseigentümlichkeiten dieser Rami entsprechen vollkommen den bei Erwachsenen erhobenen Befunden. Ihre Verlaufsrichtung hängt von der Lage des Ganglions ab, aus dem sie hervorgehen. Wenn die Ganglien infolge von Verschmelzungen kleinere oder größere Verschiebungen erfahren, dann ändert sich manchmal — insbesondere im letzten Segment der Verschmelzung — die Verlaufsrichtung des *R. comm. transversus*. Bei Neugeborenen nähert sich von den verschmolzenen Ganglien stets das untere dem oberen, die Verschiebung der Ganglien geht daher immer nach oben vor sich, weshalb auch die Rami etwas schräge nach unten ziehen müssen. Dieser schräge Verlauf ist besonders dann ausgeprägt, wenn die Masse der verschmolzenen Ganglien ungewöhnlich kurz ist (rechts: Abb. 18, 23). Jene *Rr. comm. transv.* deren entsprechendes Ganglion nach oben verschoben ist, zeigen zweierlei Verlaufsarten: a) Häufiger findet man, daß sie gleich von ihrem Ursprung angefangen in der Richtung nach dem Spinalnerven ziehen und somit eine schräge nach unten gerichtete, an sich gerade Linie beschreiben; dabei verläuft der Ramus in der Ebene der entsprechenden Arteria und Vena lumbalis, jedoch nicht parallel mit diesen, sondern so, daß er sie schräge überquert (Abb. 16, 18). b) Seltener kommt es vor, daß der Ramus neben dem Truncus kaudalwärts bis zur Konkavität des entsprechenden Wirbels zieht, dort wendet er sich unter den Muskel und zieht dann mit den Gefäßen in transversaler Richtung weiter (Abb. 19, 23).

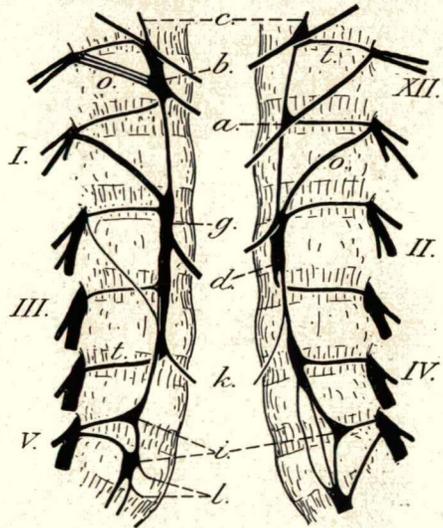


Abb. 21.

Bei Erwachsenen fand ich, daß die von Ganglienschmelzungen nicht beeinflussten Rr. comm. transversi bloß in

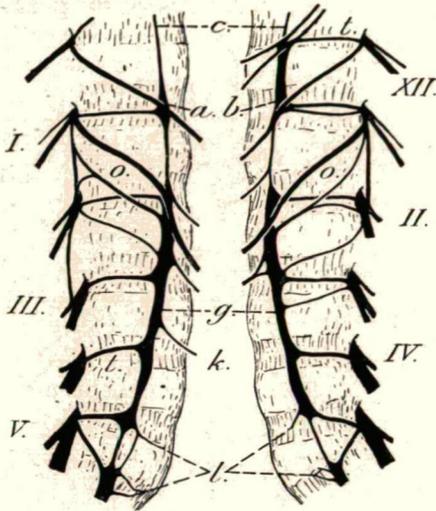


Abb. 22.

den oberen Segmenten genau transversal verlaufen, in den unteren Segmenten ziehen sie etwas schräge nach unten. Beim Neugeborenen verlaufen hingegen die von Ganglienschmelzungen unbeeinflussten Rami comm. transversi jedenfalls in transversaler Richtung. Diesen Unterschied versuche ich mit folgenden Umständen zu erklären: Beim Neugeborenen sind die Wirbelkörper niedrig, die Stelle des Ursprungs und der

Mündung der Rami fällt beinahe in dieselbe Ebene, der in der Konkavität des Wirbelkörpers gelegene Ramus kann daher transversal verlaufen.

Beim Erwachsenen sind dagegen die Wirbelkörper hoch, zwischen dem Ursprung und der Mündung des Ramus besteht demnach — insbesondere in den unteren Segmenten — ein wesentlicher Höhenunterschied und den Rami steht in der breiten Konkavität des Wirbelkörpers zum Einschlagen des schrägen Weges ein genügend breiter Raum zur Verfügung. Arteria und Vena

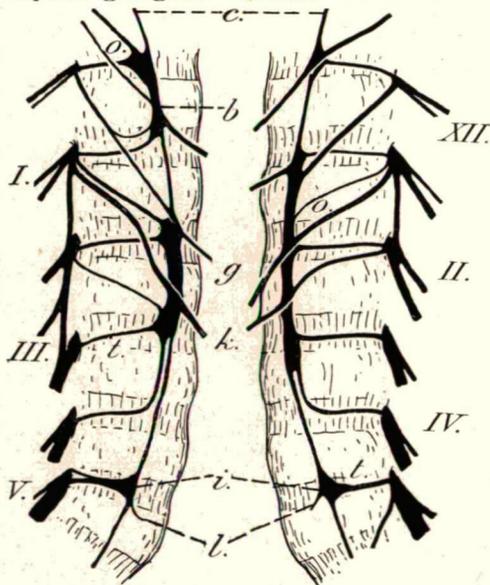


Abb. 23.

lumbalis zeigen beim Neugeborenen deutlich transversalen Verlauf, während sie beim Erwachsenen etwas schräge nach unten ziehen. Der R. comm. transv., der wie erwähnt stets die Blutgefäße begleitet, ändert daher seine Verlaufsrichtung in der durch die Gefäße vorgeschriebenen Weise.

III. Vergleichend-histologische Untersuchungen.

(Abb. 24—51.)

Die histologischen Untersuchungen über die Struktur der Rr. communicantes und des Tr. symp. der Tiere wurden zum größten Teile an Haustieren (Schwein, Pferd, Hund, Katze, Schaf) ausgeführt. Nebst den qualitativen und quantitativen Verhältnissen der markhaltigen und marklosen Fasern wurde auch noch die Zahl der die Nerven bildenden Bündel untersucht und nach Ganglienzellen geforscht, die in den einzelnen Gebilden verstreut vorkommen.

Bei meinen histologischen Untersuchungen leisteten mir die Markscheidenfärbeverfahren von WEIGERT-PAL sowie die Behandlung mit Osmiumsäure gute Dienste; zur Darstellung der marklosen Fasern verwendete ich die Nachfärbung mit Eosin oder Fuchsin. Von der Nerven wurden stets Querschnitte angefertigt, die m. E. in vieler Hinsicht zu wertvolleren und praktischeren Ergebnissen führen, als die in vielen Fachschriften auch heute noch allgemein übliche Darstellung im Längsschnitt. Gezeichnet wurde mit Hilfe des Abbe-schen Zeichenapparates. Von den Präparaten wurden stets zwei Serien von Zeichnungen angefertigt: Einmal bei schwacher Vergrößerung (Leitz, Ocul. IV., Obj. 3a) zu folgenden Darstellungen: Größe des Nerven, Zahl der Nervenbündel, etwaiges Vorhandensein von Ganglienzellen, Ausbreitung der aus markhaltigen oder marklosen, bzw. aus der Vermengung dieser beiden Fasern bestehenden Gebiete. Ein andermal bei starker Vergrößerung (Leitz, Ocul. IV. Obj. Imm. 1/12) zur genaueren Beobachtung der Nervenfasern an einzelnen typischen Stellen der Nerven.

Im einschlägigen Schrifttum fanden sich in bezug auf die Struktur des lumbalen Tr. symp. und der Rr. comm. der Tiere sehr wenig Angaben. Zu nennen sind LANGLEY, GASKELL, EDGEWORTH u. a. (Rami) ferner FISCHER (Rami und Truncus).

1. Der Truncus sympathicus.

Im Querschnitt des Tr. symp. lassen sich, auch in jenen Fällen, bei denen makroskopisch bloß ein einfacher Nerv zu sehen ist, stets mehrere Nervenbündel nachweisen (Abb. 24, 26, 27). Im allgemeinen besteht der Truncus im oberen lumbalen Abschnitt aus mehreren Nervenbündeln, kaudalwärts enthält er bloß ein, höchstens zwei Bündel (Abb. 24, 25). Bei großen Tieren wird der Truncus sowohl im oberen wie auch im unteren Anteil aus mehreren Bündeln gebildet (z. B. beim Pferd finden sich im

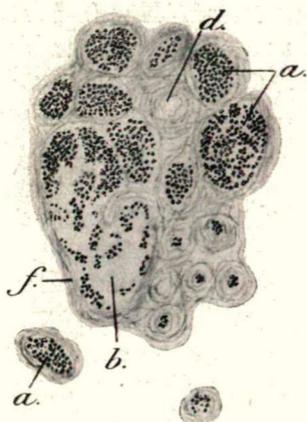


Abb. 24.

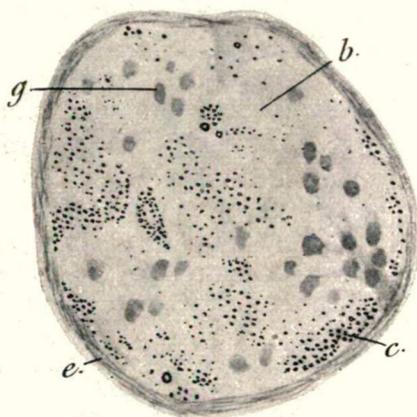


Abb. 25.

Abb. 24. Schwein. *Sus scrofa domestica*. Tr. symp. zwischen dem 1. und 2. Lumbalganglion, rechts. Schwache Vergrößerung a = aus markhaltigen Fasern bestehende Bündel. b = aus marklosen Fasern bestehende Insel. d = kleine Gefäße. f = gemeinsame bindegewebige Scheide. — Abb. 25. Schwein. *Sus scrofa domestica*. Tr. symp. zwischen dem 6. und 7. Lumbalganglion, rechts. Schwache Vergrößerung. b = aus marklosen Fasern bestehendes Gebiet. c = marklose mit markhaltigen Fasern vermengt. e = bindegewebige Scheide. g = verstreute Ganglienzellen.

oberen Teile 8—20 im unteren 20—50 Bündel — Abb. 26, 27), bei kleinen hingegen besteht der Tr. bis zu seinem Ende aus einem Nervenbündel (Abb. 28, 29).

Wenn der Truncus aus mehreren Nervenbündeln besteht, dann sind diese — bei Tieren — meist von nahezu gleicher Größe, daneben sieht man noch vereinzelt kleinere Bündel.

Man kann jedoch nicht selten auch ein bis zwei größere Bündel antreffen, an die sich dann kleinere reihen.

Die kaudalwärts gerichtete Zunahme des Tr. symp. an Dicke kommt an den histologischen Präparaten sehr deutlich zum Ausdruck, insbesondere in den Fällen, bei denen der Truncus bis an sein Ende von einem Nervenbündel gebildet wird (Abb. 28, 29). Der Querschnitt des unteren lumbalen Truncus kann das doppelte oder dreifache des oberen Teiles betragen. Wird der Truncus nicht aus einem sondern aus mehreren Bündeln gebildet, so zeigt sich seine kaudalwärts zunehmende Dicke in einer Vermehrung der Bündelanzahl (Abb. 26, 27), dabei manchmal auch in einer Verdickung der Bündel, an.

Die den gemeinsamen Nerv bildenden Fasernbündel werden außer von ihren eigenen Scheiden (e) auch noch von einer gemeinsamen, aus losem

Bindegewebe bestehenden, Scheide (f) umgeben. Innerhalb dieser verlaufen in dem zwischen den Bündeln gelegenen sehr lockeren Bindegewebe die kleinen Blutgefäße des Nerven. Die außerhalb der gemeinsamen Scheide gelegenen kleineren und größeren Nervenbündel bilden eine besondere anatomische Einheit.

Im Tr. symp. waren bei allen untersuchten Tiergattungen verstreute Ganglienzellen (g) zu finden. Diese sind im oberen lumbalen Abschnitt seltener als im unteren. Im letzteren kann ihre Zahl auf einer Schnittfläche von 6—8 bis zu 40—50 betragen (Abb. 25, 27, 29). Sie verdichten sich niemals zu kleinen Gruppen und bilden keine sog. mikroskopischen Ganglien, sondern liegen über das ganze Gebiet des Querschnittes, nahezu gleichmäßig verteilt. Als charakteristische Erscheinung ist zu erwähnen, daß diese Ganglienzellen stets an Stellen anzutreffen

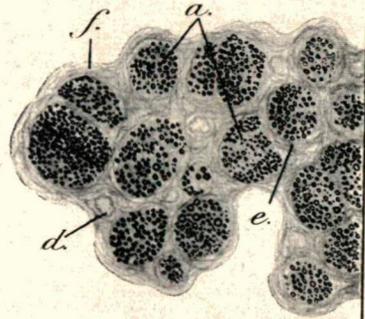


Abb. 26.

Pferd, *Equus caballus*. Tr. symp. zwischen dem letzten thorakalen und dem ersten lumbalen Ganglion, rechts. Bloß die Hälfte des Nervenquerschnittes dargestellt. Schwache Vergrößerung. a = aus markhaltigen Fasern bestehende Bündel. d = kleine Gefäße. e = bindegewebige Scheide. f = die sämtliche Bündel umhüllende gemeinsame bindegewebige Scheide.

sind, wo die marklosen Fasern vorherrschen; zwischen markhäftigen Fasern konnte ich niemals Ganglienzellen sehen.

Die marklosen und markhäftigen Fasern erscheinen im Tr. symp. in einem für die einzelnen Abschnitte charakteristischen Verhältnis angeordnet bzw. miteinander vermengt.

Zu Beginn des lumbalen Abschnittes wird der Truncus zu $\frac{8}{10}$ — $\frac{9}{10}$ Teilen aus markhäftigen Fasern gebildet (Abb. 24, 26, 28-a); marklose Fasern finden sich hier nicht selten in einer

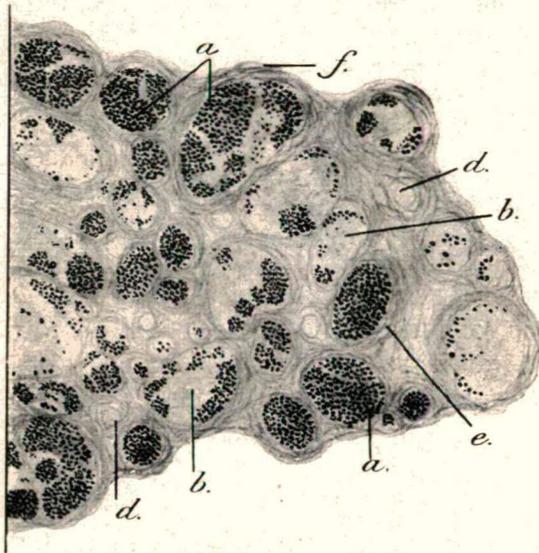


Abb. 27.

Pferd, *Equus caballus*. Tr. symp. zwischen dem 6. und 7. Lumbalganglion, links. Bloß die Hälfte des Nervenquerschnittes dargestellt. Schwache Vergrößerung. a = aus markhäftigen Fasern bestehende Gebiete. b = aus marklosen Fasern bestehende Inseln. d = kleine Gefäße. e = bindegewebige Scheide. f = die sämtliche Bündel umhüllende gemeinsame bindegewebige Scheide.

verschwindend kleinen Menge. In dem markhäftigen Anteil waren die marklosen Fasern niemals verstreut anzutreffen, sondern bildeten stets kleinere Bündel. Besteht der Truncus aus bloß einem Nervenbündel, dann erscheinen diese marklosen Bündel in der Form von 1—2 kleinen Inseln (Abb. 28-b), besteht der Truncus hingegen aus mehreren Bündeln, dann bilden sie entweder in einem der größeren Bündel Inseln (Abb. 24-c), oder 1—2 kleinere selbständige Bündel (Abb. 27-d). Die marklosen Inseln sind fast stets scharf begrenzt und es kommt äußerst

selten vor, daß sie allmählich in das markhaltige Gebiet übergehen (Abb. 28-c). Es ist dies der einzige Fall, daß bei Tieren im oberen lumbalen Abschnitt eine innigere Vermengung der marklosen und markhaltigen Fasern vorkommt. Die marklosen Inseln zeigen unregelmäßige Gestalt, manchmal stehen mehrere Inseln miteinander in Verbindung, wodurch ein sehr mannigfaltiges Bild entstehen kann (Abb. 24-b). In den marklosen Gebieten finden sich einzelne verstreute markhaltige Fasern.

Im unteren lumbalen Abschnitt ändert sich das Bild des Querschnittes des Tr. symp. vollkommen: Der Nerv nimmt an

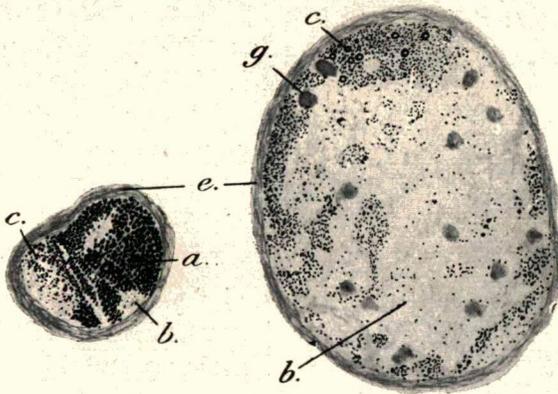


Abb. 28.

Abb. 29.

Abb. 28. Hund, *Canis familiaris*. Tr. symp. zwischen dem 2. und 3. Lumbalganglion, links. Schwache Vergrößerung. a = aus markhaltigen Fasern bestehendes Gebiet. b = marklose Inseln. c = die marklose Insel geht allmählich in das markhaltige Gebiet über. e = bindegewebige Scheide. — Abb. 29. Hund, *Canis familiaris*. Tr. symp. zwischen dem 5. und 6. Lumbalganglion, rechts. Schwache Vergrößerung. b = Gebiete mit marklosen Fasern. c = markhaltige Fasern mit marklosen vermengt. e = bindegewebige Scheide. g = verstreute Ganglienzellen.

Breite bedeutend zu, die Zahl der markhaltigen Fasern erfährt eine starke Verminderung. Oft findet man hier bedeutend weniger markhaltige Fasern als in den oberen lumbalen Segmenten; die Verminderung ist demnach nicht nur relativ sondern auch absolut. Die Zahl der marklosen Fasern zeigt eine gewaltige Zunahme (Abb. 25, 27, 29-b); sie bilden hier $\frac{6}{10}$ — $\frac{8}{10}$ Teile der Nervenfasern. Hier bilden nur die markhaltigen Fasern kleinere oder größere getrennte Bündel. Diese markhaltigen Inseln sind jedoch bei weitem nicht so dicht wie die markhaltigen Gebiete des oberen Anteiles; nicht selten kann man in ihnen ver-

streute marklose Fasern erkennen (Abb. 25-c). Sie sind auch nicht so scharf begrenzt wie die Inseln der oberen Segmente. Wenn der Truncus aus einem oder mehreren großen Nervenbündeln besteht, dann nehmen die markhaltigen Fasern mehr die Randgebiete ein (Abb. 29-c), wird der Truncus hingegen aus vielen kleinen Nervenbündeln gebildet, dann findet man in der Mehrzahl dieser Bündel Gebiete, die aus marklosen Fasern bestehen und kleine markhaltige Inseln aufweisen; in manchen sind jedoch

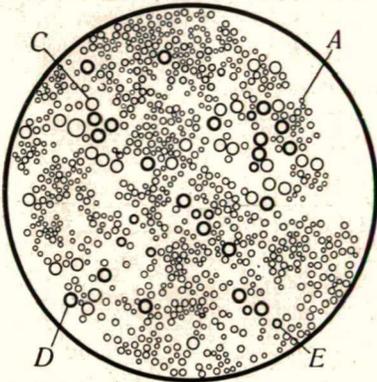


Abb. 30.

Schwein, *Sus scrofa domestica*. Tr. symp. zwischen dem 1. und 2. Lumbalganglion, rechts. Starke Vergrößerung. A = dünn-scheidige Fasern mit kleinem Durchmesser. B = Fasern mit mittelstarker Markscheide und mittelgroßem Durchmesser. C = Fasern mit mittelstarker Markscheide und mittelgroßem Durchmesser. D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittelgroßem Durchmesser.

Im mittleren lumbalen Abschnitt finden sich markhaltige und marklose Fasern in nahezu gleichen Mengen. Unter den markhaltigen und den marklosen Fasern des Truncus lassen sich nach ihrem Durchmesser kleine, mittelgroße und große Fasern unterscheiden. Die markhaltigen unterscheiden sich untereinander auch noch nach der Dicke ihrer Markscheide: es gibt solche Fasern mit dünner, mittlerer und dicker Markscheide (Die letzteren sind im allgemeinen kleiner als die großen motorischen Fasern der vorderen Wurzel). Die Annahme, daß die Fasern mit kleinem Durchmesser eine dünne, jene mit großem Durchmesser hingegen eine dicke Markscheide aufweisen, darf man bloß in sehr weiten Grenzen gelten lassen. Nach den eingehenden Untersuchungen von Kiss ist die Dicke der Markscheide beständig, der Durchmesser hingegen veränderlich.

Im Tr. symp. findet man in bezug auf die Breite des Durchmessers sowie auf die Dicke der Markscheide die verschiedensten Maße. (Abb. 30—34).

auch hier die markhaltigen Fasern in der Überzahl. (Abb. 27-a). In den marklosen Gebieten findet man vereinzelte markhaltige Fasern.

Im mittleren lumbalen Abschnitt finden sich markhaltige und marklose Fasern in nahezu gleichen Mengen.

Unter den markhaltigen und den marklosen Fasern des Truncus lassen sich nach ihrem Durchmesser kleine, mittelgroße und große Fasern unterscheiden. Die markhaltigen unterscheiden sich untereinander auch noch nach der Dicke ihrer Markscheide: es gibt solche Fasern mit dünner, mittlerer und dicker Markscheide (Die letzteren sind im allgemeinen kleiner als die großen motorischen Fasern der vorderen Wurzel). Die Annahme, daß die Fasern mit kleinem Durchmesser eine dünne, jene mit großem Durchmesser hingegen eine dicke Markscheide aufweisen, darf man bloß in sehr weiten Grenzen gelten lassen. Nach den eingehenden Untersuchungen von Kiss ist die Dicke der Markscheide beständig, der Durchmesser hingegen veränderlich.

Unter den markhäftigen Fasern bilden die dünn-scheidigen den größeren Teil des Truncus. Im allgemeinen zeigen diese kleine Durchmesser (A), bloß in den unteren lumbalen Segmenten finden sich mehrere solche mit mittlerem Durchmesser (B). Bei einigen Tieren sind die letzteren in der Überzahl.

Neben den dünn-scheidigen finden sich auch Fasern mit mitteldicker Markscheide (C). Diese lassen auch meist einen mittelgroßen Durchmesser erkennen. Im allgemeinen ist ihre

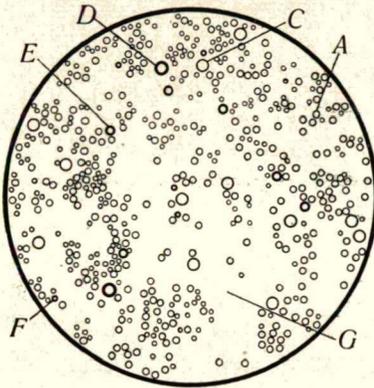


Abb. 31.

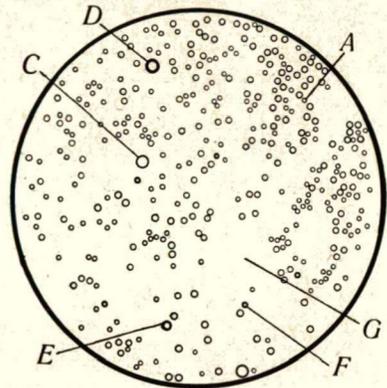


Abb. 32.

Abb. 31. Schwein, *Sus scrofa domestica*. Tr. symp. zwischen dem 3. und 4. Lumbalganglion, rechts. Starke Vergrößerung. A = dünn-scheidige kleine Fasern. C = Fasern mit mittelstarker Markscheide und mittelgroßem Durchmesser. D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. F = dickscheidige Fasern mit kleinem Durchmesser. G = Ort der marklosen Fasern. — Abb. 32. Schwein, *Sus scrofa domestica*. Der lumbale Tr. symp. bei seinem Übergang in den sakralen Abschnitt, rechts. Starke Vergrößerung. A = dünn-scheidige Fasern mit kleinem Durchmesser. C = mittelgroße Fasern. D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. F = dickscheidige Fasern mit kleinem Durchmesser. G = Ort der marklosen Fasern.

Zahl gering, obwohl sie, insbesondere in den oberen lumbalen Segmenten, manchmal auch gehäuft anzutreffen sind.)*

Viel auffallender ist das Vorkommen der dickscheidigen Fasern im Truncus. Über ihre Bedeutung bestand schon zwischen LANGLEY und EDGEWORTH eine Meinungsverschiedenheit

*) In den übrigen Mitteilungen dieses Bandes werden die Nervenfasern mit mitteldicker Markscheide gemeinsam mit den dickscheidigen behandelt.

und die Frage ist auch heute noch ungeklärt. Die am meisten verbreitete Auffassung besagt, daß diese Fasern in den VATER-PACINI-schen Körperchen der Eingeweide enden. Von anderer Seite wird jedoch behauptet, daß in diese Körperchen nicht dickscheidige Fasern eintreten. Die dickscheidigen Fasern sind meist bloß in den oberen und mittleren lumbalen Segmenten anzutreffen, in den unteren Segmenten konnte ich bloß 1—2 sehen. Der Durchmesser dieser Fasern ist meist mittelstark (E) nicht selten finden sich jedoch auch solche mit großem Durchmesser (D). Fasern mit kleinem Durchmesser können auch eine dicke Markscheide besitzen (F).

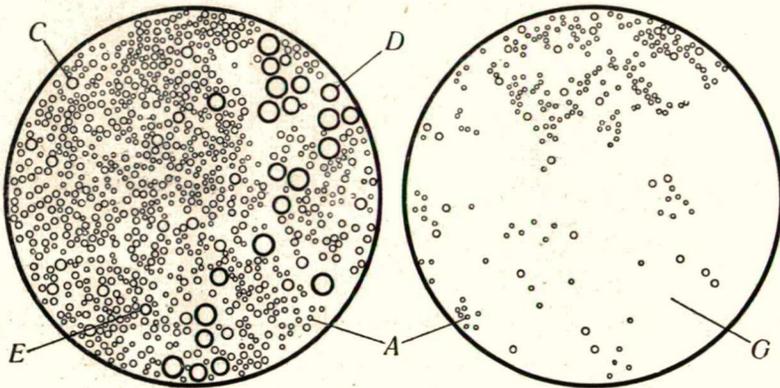


Abb. 33.

Abb. 34.

Abb. 33. Katze, *Felis domestica*. Tr. symp. zwischen dem 1. und 2. Lumbalganglion, links. Starke Vergrößerung. A = dünnscheidige kleine Fasern. C = mittelgroße Fasern mit mittelstarker Markscheide. D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. — Abb. 34. Katze, *Felis domestica*. Der lumbale Tr. symp. bei seinem Übergang in den sakralen Abschnitt. Starke Vergrößerung. A = dünnscheidige Fasern mit kleinem Durchmesser. G = Ort der marklosen Fasern.

Die Fasern mit mittelstarker und dicker Markscheide treten im allgemeinen verstreut auf, in den oberen lumbalen Segmenten können sie jedoch auch kleinere Gruppen bilden.

Unter den marklosen Fasern finden sich solche mit kleinem, mittlerem und großem Durchmesser. Meist sind sie untereinander vermengt; in einzelnen Gebieten sind die Fasern mit kleinem in anderen jene mit mittlerem Durchmesser in der Überzahl. In den unteren lumbalen Segmenten findet man verhältnismäßig viel Fasern mit mittlerem Durchmesser.

2. Rami communicantes.

Schon auf Grund der makroskopischen Untersuchungsergebnisse erschien es wahrscheinlich, daß der transversal verlaufende Ramus dem grauen, der schräge verlaufende hingegen dem weißen Ramus entspreche. Durch die histologischen Befunde wird diese Annahme vollkommen bestätigt. Der transversale Ramus zeigt dieselbe Struktur, wie sie für den grauen Ramus als charakteristisch gilt, der schräge Ramus wieder befolgt alle für den weißen Ramus bezeichnenden Eigenschaften.

a) *Rami communicantes transversi.*

Sie bestehen meist aus einem Nervenbündel (Abb. 35, 37). Mehrere Bündel sind nur in den unteren Lumbalsegmenten und bei größeren Tieren zu finden. Sie werden hier durch eine gemeinsame bindegewebige Scheide zu einem Nerv vereint (Abb. 39). Kaudalwärts nimmt die Dicke der transversalen Rami allmählich zu, was teils durch die Verdoppelung der Dicke des Nervenstranges selbst, teils durch die Vermehrung der Zahl der Nervenbündel in die Erscheinung tritt.

In den Rr. comm. transversi findet man häufig verstreute Ganglienzellen (g). Ihre Zahl ist geringer als die der Ganglienzellen des Truncus, sonst zeigen sie jedoch in allem ein ähnliches Verhalten wie diese; in den Rami der unteren Segmente sind sie zahlreicher (Abb. 41, 42-g).

In den Rr. comm. transversi verlaufen fast ausschließlich marklose Fasern (Abb. 35, 37, 39-b). Im Querschnitt des Ramus

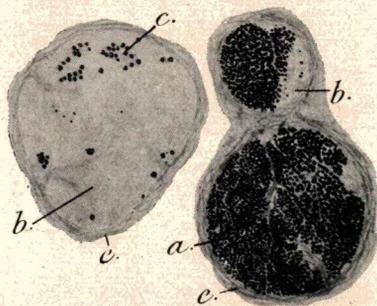


Abb. 35.

Abb. 36.

Abb. 35. Schwein, *Sus scrofa domestica*, Ramus communicans transversus des I. Lumbalnerven, rechts. Schwache Vergrößerung. b = Gebiet mit marklosen Fasern. c = vereinzelte markhaltigen Fasern. e = bindegewebige Scheide. — Abb. 36. Schwein, *Sus scrofa domestica*, Der aus dem I. Lumbalnerven abgehende R. comm. obliquus, rechts. Schwache Vergrößerung. a = Gebiet mit markhaltigen Fasern. b = kleine marklose Insel. e = bindegewebige Scheide.

finden sich solche Fasern mit kleinem, mittlerem und großem Durchmesser (Abb. 49); sie sind untereinander vermengt. In den oberen Segmenten sind die Fasern mit kleinem, in den unteren Segmenten solche mit mittlerem und großem Durchmesser in der Überzahl.

Die Zahl der markhaltigen Fasern beträgt stets weniger als $\frac{1}{10}$. In bezug auf ihre Menge und Form besteht zwischen den Rami der oberen und unteren Segmente ein Unterschied.



Abb. 37.

Abb. 38.

Abb. 37. Hund, *Canis familiaris*. R. comm. transversus des IV. Lumbalnerven, rechts. Schwache Vergrößerung. b = Gebiet mit marklosen Fasern. c = in Gruppen vereinte markhaltige Fasern. e = bindegewebige Scheide. — Abb. 38. Hund, *Canis familiaris*. Der aus dem IV. Lumbalnerven hervorgegangene R. comm. obliquus, rechts. Schwache Vergrößerung. a = Gebiet mit markhaltigen Fasern. b = marklose Inseln. e = bindegewebige Scheide.

Im oberen lumbalen Abschnitt (Abb. 35, 37, 39) betragen in jenen Segmenten, in denen auch weiße Rami vorhanden sind, die markhaltigen Fasern bloß $\frac{1}{20}$ Teil des Nerven und bilden, zwar verstreut, dennoch kleinere Gruppen. Derlei Gruppen von markhaltigen Fasern liegen bei Nerven, die aus nur einem Bündel bestehen, in den Randteilen des Nerven (Abb. 35, 37), bei Rami, die aus mehreren Nervenbündeln bestehen, nehmen sie kleinere oder größere Teile der verschiedenen Bündel ein (Abb. 39).

Im unteren Lumbalabschnitt (Abb. 41, 42), wo es keine weißen Rr. comm. mehr gibt, enthalten die transversalen Rami etwas

mehr markhaltige Fasern, die keine abgesonderten Gruppen bilden, sondern über den ganzen Querschnitt des Ramus nahezu gleichmäßig verteilt sind.

Unter den markhaltigen Fasern der transversalen Rami finden sich in den oberen Segmenten hauptsächlich Fasern mit mitteldicker und dicker Markscheide (Abb. 43, 45, 47), während in den unteren Segmenten auch die dünnscheidigen vermehrt erscheinen (Abb. 49).

b) *Rami communicantes obliqui.*

Der flachgedrückte Querschnitt dieser Rami gelangt auch im mikroskopischen Bilde zum Ausdruck. Sie bestehen selten aus einem Nervenbündel, welches dann ovale Form zeigt. Meist

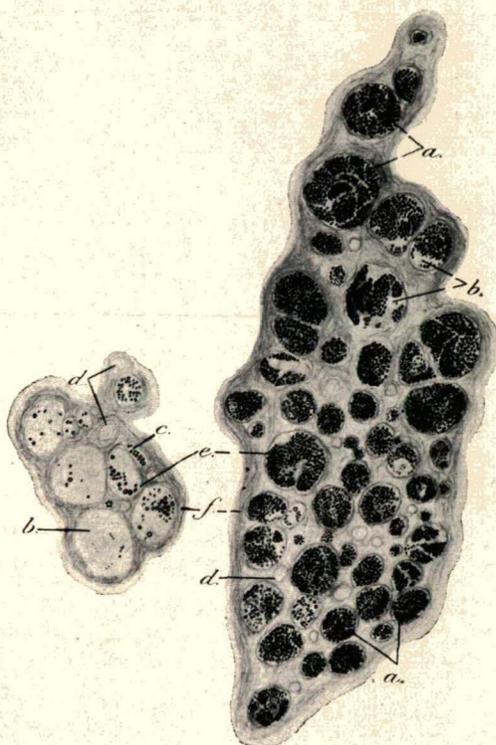


Abb. 39.

Abb. 40.

Abb. 39. Pferd, *Equus caballus*. R. comm. transversus des I. Lumbalnerven, links. Schwache Vergrößerung. b = marklose Fasern. c = marklose mit markhaltigen vermengt. d = kleine Gefäße. e = bindegewebige Scheide. f = gemeinsame Scheide für alle Bündel. — Abb. 40. Pferd, *Equus caballus*. Der aus dem I. Lumbalnerven hervorgehende R. comm. obliquus, rechts. Schwache Vergrößerung. a = markhaltige Fasern. b = kleine marklose Inseln. d = kleine Blutgefäße. e = bindegewebige Scheide. f = lockere gemeinsame Scheide für sämtliche Bündel.

sind sie aus 2—3 in einer Reihe nebeneinander liegenden Bündeln zusammengesetzt (Abb. 36, 38). Bei großen Tieren, bei denen der transversale Ramus aus 2—10 Bündeln besteht, enthalten auch die schrägen Rami viel Bündel. Beim Pferde konnte

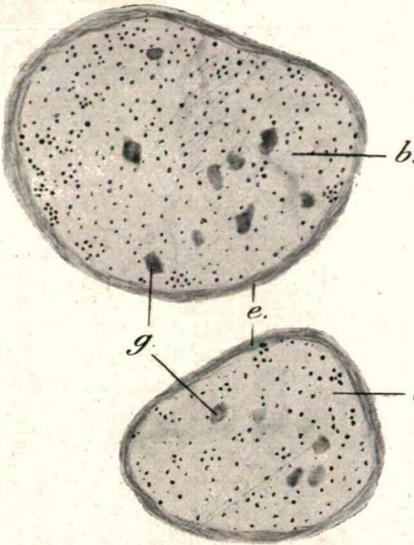


Abb. 41.



Abb. 42.

Abb. 41. Rind, *Bos taurus*. R. comm. transversus des V. Lumbalnerven, links. Schwache Vergrößerung. b = marklose Fasern, e = bindegewebige Scheide, g = verstreute Ganglienzellen. — Abb. 42. Schaf, *Ovis aries*. R. comm. transversus des VI. Lumbalnerven, rechts. Schwache Vergrößerung. b = marklose Fasern, e = bindegewebige Scheide, g = verstreute Ganglienzellen.

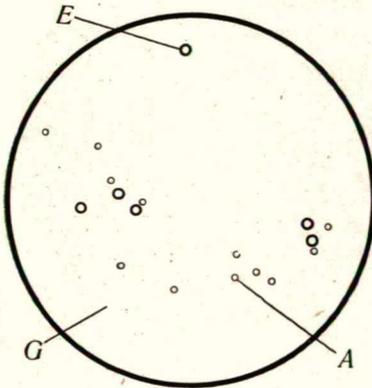


Abb. 43.

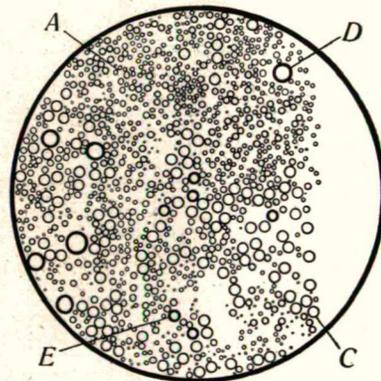


Abb. 44.

Abb. 43. Katze, *Felis domestica*. R. comm. transversus des I. Lumbalnerven, links. Starke Vergrößerung. A = dünnwandige kleine Fasern, E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser, G = marklose Fasern. — Abb. 44. Katze, *Felis domestica*. Der aus dem I. Lumbalnerven hervorgegangene R. comm. obliquus, links. Starke Vergrößerung. A = dünnwandige kleine Fasern, C = Fasern mit mittlerem Durchmesser und mittelstarke Markscheide, D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser, E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser.

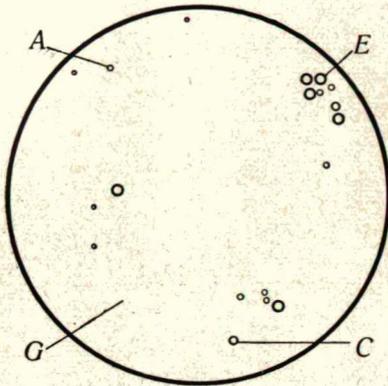


Abb. 45.

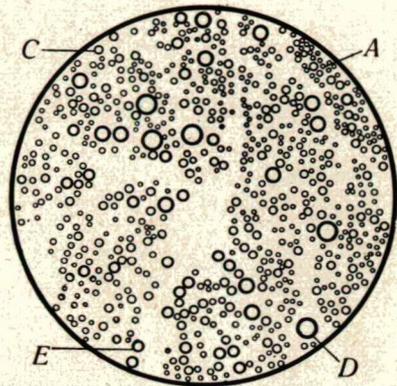


Abb. 46.

Abb. 45. Hund, *Canis familiaris*. R. comm. transversus des III. Lumbalnerven, rechts. Starke Vergrößerung. A = dünnscheidige kleine Fasern, C = Fasern mit mittlerem Durchmesser und mittelstarker Markscheide. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. G = marklose Fasern. — Abb. 46. Hund, *Canis familiaris*. Der aus dem III. Lumbalnerven hervorgegangene R. comm. obliquus, rechts. Starke Vergrößerung. A = dünnscheidige kleine Fasern, C = Fasern mit mittlerem Durchmesser und mittelstarker Markscheide. D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser.

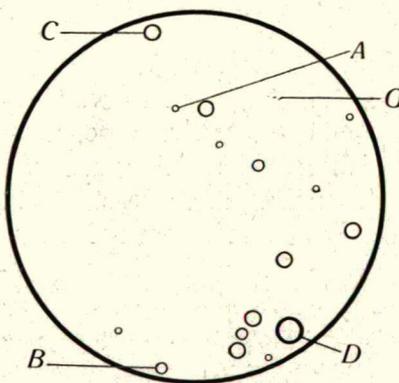


Abb. 47.

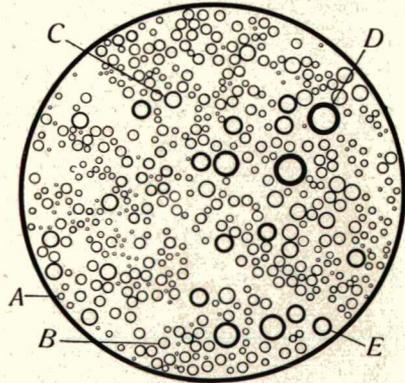


Abb. 48.

Abb. 47. Pferd, *Equus caballus*. R. comm. transversus des IV. Lumbalnerven, rechts. Starke Vergrößerung. A = dünnscheidige kleine Fasern. B = dünnscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. C = Fasern mit mittlerem Durchmesser und mittelstarker Markscheide. D = dickscheidige Fasern mit grossem Durchmesser. G = marklose Fasern. — Abb. 48. Pferd, *Equus caballus*. Der aus dem IV. Lumbalnerven hervorgegangene R. comm. obliquus, links. Starke Vergrößerung. A = dünnscheidige kleine Fasern. B = dünnscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. C = Fasern mit mittlerem Durchmesser und mittelstarker Markscheide. D = dickscheidige Fasern mit grossem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser.

ich nicht selten 20—50 Nervenbündel im selben Ramus zählen (Abb. 40).

Die schrägen Rami sind in allen Segmenten fast gleich dick, im letzten meist etwas dünner.

Ganglienzellen waren in diesen Rami niemals zu finden.

Nicht selten konnte ich schräge Rami finden, die

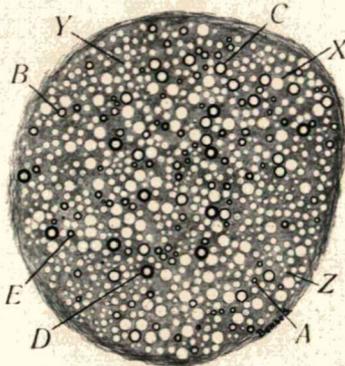


Abb. 49.

Katze, *Felis domestica*. Ein Bündel des R. comm. transversus des VII. Lumbalnerven, rechts. Starke Vergrößerung A = dünn-scheidige kleine Fasern. B = dünn-scheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. C = Fasern mit mittlerem Durchmesser und mittelstarker Markscheide. D = dickscheidige Fasern mit großem Durchmesser. E = dickscheidige Fasern mit mittlerem Durchmesser. X = marklose Fasern mit großem Durchmesser. Y = marklose Fasern mit mittlerem Durchmesser. Z = marklose Fasern mit kleinem Durchmesser.

ausschließlich aus markhältigen Fasern bestehen. Meist jedoch finden sich dabei — obwohl in geringsten Mengen — auch marklose Fasern. Ihre Menge stimmt ungefähr mit jener der markhältigen Fasern der transversalen Rami überein; während jedoch die markhältigen Fasern der transversalen Rami unter den marklosen verstreut vorkommen, bilden die marklosen Fasern der schrägen Rami 1—2 scharf begrenzte kleine Bündel, die am Rande des Nervenstranges liegen (Abb. 36, 38-b). Wird der schräge Ramus aus mehreren Nervenbündeln gebildet, dann erscheinen 1—2 kleinere Bündel ganz von marklosen Fasern besetzt (Abb. 40-b). Diese marklosen Bündel können auch vereinzelte markhältige Fasern enthalten, sie zeigen dann nahezu dieselbe Struktur wie ein transversaler Ramus.

In bezug auf die Zahl der markhältigen Fasern der schrägen Rami stehen die dünn-scheidigen an erster Stelle (Abb. 44,

46, 48); sie weisen bei kleinen Tieren einen kleinen, bei größeren einen mittelgroßen Durchmesser auf (Abb. 44, 46-A; bzw. 48-B). Einen ständigen Bestandteil der schrägen Rami bilden die dickscheidigen Fasern (Abb. 44, 46, 48-D, E, F), die meist von Fasern mit mitteldicker Markscheide umgeben werden.

(Abb. 44, 46, 48-C). Ungefähr $\frac{1}{10}$ der markhaltigen Fasern der schrägen Rami wird von den dickscheidigen, $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ von den Fasern mit mitteldicker Markscheide gebildet.

c) *Vereinigte Rami communicantes.*

Bei einigen Tiergattungen bildet ein einziger Ramus comm. (Abb. 50, 51) allein die Verbindung zwischen dem Tr. symp. und dem Spinalnerven im oberen lumbalen Abschnitt. Dieser verläuft je nach der Lage des entsprechenden Ganglions entweder in transversaler oder in schräger Richtung. In diesem Ramus konnte ich sowohl die Fasernbündel der weißen wie auch jene der grauen Rami nachweisen.

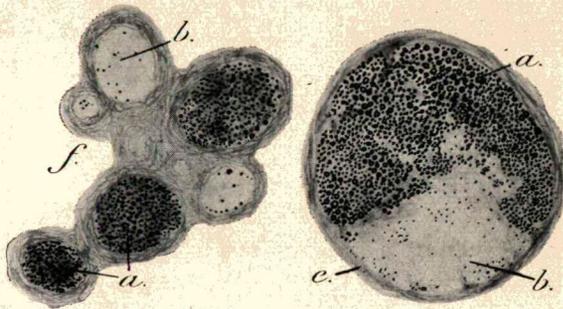


Abb. 50.

Abb. 51.

Abb. 50. Schaf, *Ovis aries*, R. comm. des IV. Lumbalnerven, links. Schwache Vergrößerung. a = Bündel aus markhaltigen Fasern. b = Bündel aus marklosen Fasern. f = gemeinsame Scheide, welche beide Bündel vereint. — Abb. 51. Maki, *Lemur catta*, R. comm. des I. Lumbalnerven, rechts. Schwache Vergrößerung. a = markhaltige, b = marklose Fasern. e = bindegewebige Scheide.

Dieser Ramus wird bei den Wiederkäuern aus zwei oder mehr, bei kleineren Tieren aus einem Bündel gebildet.

Ein oder zwei Bündel dieses aus mehreren Bündeln bestehenden Ramus (Abb. 50) zeigen entschieden ein Bild, welches bei anderen Tieren als für die transversalen Rami charakteristisch gefunden worden ist (Abb. 50-b), zwei oder drei andere Bündel hingegen zeigen wieder dieselbe Struktur wie die schrägen Rami (Abb. 50-a). Die Bündel der beiden Ramusarten haben demnach ihre Selbständigkeit beibehalten, obwohl sie sich makroskopisch zu einem Nerven vereint haben.

Falls der Ramus bloß aus einem Bündel besteht, (Abb. 51), dann findet sich in der einen Hälfte ein für den transversalen (Abb. 51-b), in der anderen meist etwas größeren Hälfte ein

für den schrägen Ramus charakteristisches Bild (Abb. 51-a); die Grenze zwischen den beiden Gebieten ist stets scharf. Die Fasern der beiden Ramusarten erscheinen demnach auch dann noch voneinander getrennt, wenn die beiden Rami zusammen bloß einen Nervenstrang bilden.

3. Rami transversi.

Die Queräste, die im unteren Lumbalsegment die Trunci der beiden Seiten miteinander verbinden, zeigen ein ähnliches Bild wie der Tr. symp. selbst. Sie bestehen zum größten Teile aus marklosen Fasern, darunter sieht man auch wenige markhaltigen, teils verstreut, teils zu Gruppen verdichtet. Im Querschnitt waren keine Ganglienzellen zu finden.

IV. Histologische Untersuchungen am Menschen.

(Abb. 52—65.)

Die wichtigste Aufgabe bei der histologischen Untersuchung des lumbalen Abschnittes des menschlichen Truncus sympathicus war nebst der systematischen Bearbeitung des Truncus und der Rr. communicantes — die genauere Bestimmung der Unterschiede zwischen den Rr. comm. transversi und den Rr. comm. obliqui auf Grund der histologischen Befunde.

Nach den unten eingehender ausgeführten Ergebnissen dieser Untersuchungen beträgt die Zahl der markhaltigen Fasern in den Rr. comm. transversi bloß $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ sämtlicher Nervenfasern, während man in den Rr. comm. obliqui marklose Fasern in demselben Mengenverhältnis vorfindet. Im übrigen bestehen die ersteren aus marklosen, die letzteren aus markhaltigen Fasern. Die beiden anatomisch trennbaren Ramusgruppen zeigen demnach beim Menschen auch histologisch die den grauen bzw. den weißen Remi entsprechenden Eigenheiten.

Die auch histologisch erwiesene Verschiedenheit der beiden Arten von Rami ist insofern von großem praktischen Nutzen, daß man bei Ramisektionen der richtigen Anzeige entsprechend bloß die eine Art der Rami durchschneiden wird, die andere jedoch ihrer wichtigen Aufgabe erhalten bleiben kann.



1. Truncus sympathicus.

Hier finden sich vor allem in bezug auf die Zahl der Nervenbündel gewisse Abweichungen von den makroskopischen Befunden. Der Truncus besteht meist bloß aus einem (Abb. 52, 53, 55), seltener aus zwei oder drei (Abb. 54) Nervenbündeln. Unter diesen findet sich meist ein stärkeres um das sich die übrigen reihen. Im oberen lumbalen Abschnitt, wo man bei Tieren fast immer eine größere Anzahl von Bündeln antrifft, fand ich dies beim Menschen bloß in wenigen Fällen. Sämtliche Nervenbündel werden von einer gemeinsamen Scheide aus lockerem Bindegewebe umhüllt und zu einem Nerv vereint (Abb. 54-i).

Das Dickerwerden des Truncus in kaudaler Richtung ist auch mikroskopisch zu beobachten: die Dicke der Nervenbündel im oberen lumbalen Abschnitt beträgt kaum $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ jener im unteren Abschnitt (Abb. 52, bzw. 55).

Mit Ausnahme der oberen Lumbalsegmente finden sich im interganglionären Teil nahezu überall verstreute Ganglienzellen (Abb. 53, 55-g); in größerer Menge erscheinen sie in der Höhe des letzten Lendenwirbels, wo ihre Zahl 40—60 in einem Querschnitt betragen kann. Sie liegen stets in Gebieten mit marklosen Fasern.

Neben dem Vorkommen von verstreuten Ganglienzellen ist die Vermengung von marklosen und markhaltigen Fasern, in einem wechselnden Verhältnis und nach verschiedener Anordnung, für den Truncus bezeichnend.

In bezug auf das Mengenverhältnis der verschiedenen Fasern wird im allgemeinen die Regel befolgt, daß im oberen lumbalen Anteil die markhaltigen, beim Übergang in den Becken-Anteil hingegen die marklosen Fasern in der Überzahl sind, während im mittleren lumbalen Abschnitt die beiden Fasernarten zu gleichen Mengen vertreten werden. Bei Tieren bewegt sich die Vermengung innerhalb sehr weiter Grenzen: Der obere lumbale Abschnitt enthält $\frac{8}{10}$ — $\frac{10}{10}$ markhaltiger Fasern; diese Zahl sinkt bis zu den unteren Segmenten auf $\frac{2}{10}$ — $\frac{4}{10}$. Beim Menschen ist dieser Unterschied nicht so sehr ausgeprägt, da die Menge der markhaltigen Fasern des oberen Abschnittes geringer ist; meist beträgt sie bloß $\frac{6}{10}$ — $\frac{7}{10}$ (Abb. 52). Im mittleren Teile nimmt die Zahl der markhaltigen Fa-

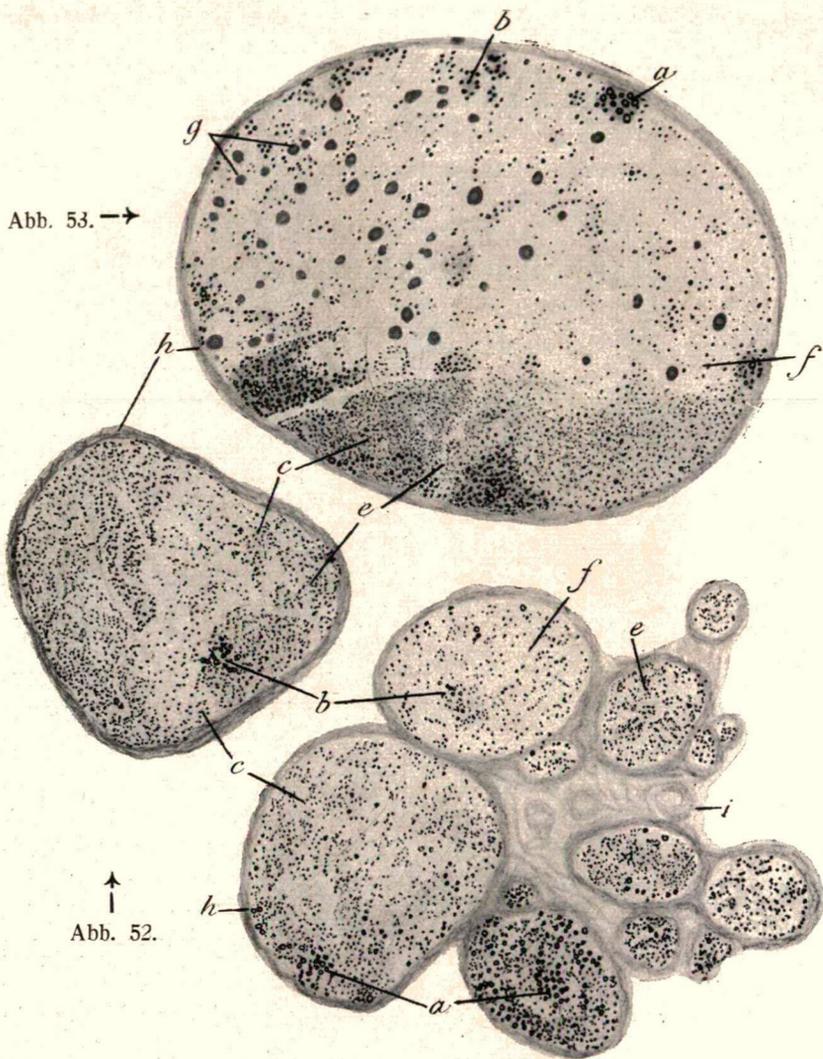


Abb. 53. →

↑
Abb. 52.

Abb. 54.

Abb. 52. Mensch. Tr. symp. am Anfang des lumbalen Abschnittes, rechts. Schwache Vergrößerung. *b* = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. *c* = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). *e* = marklose mit markhaltigen Fasern in nahezu gleichem Verhältnis vermengt. *h* = bindegewebige Scheide. — Abb. 53. Mensch. Tr. symp. zwischen dem Ganglion lumbale superius und inferius, rechts. Schwache Vergrößerung. *a* = Gruppe von dickscheidigen Fasern. *b* = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Mark-

scheide. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). e = marklose mit markhäftigen Fasern in nahezu gleichem Verhältnis vermengt. f = Bündel aus marklosen Fasern mit wenigen verstreuten markhäftigen. g = verstreute Ganglienzellen. h = bindegewebige Scheide. — Abb. 54. Mensch. Tr. symp. zwischen dem 4. und 5. Lumbalganglion, rechts. Schwache Vergrößerung. a = Gruppe von dickscheidigen Fasern. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). e = marklose mit markhäftigen Fasern in nahezu gleichem Verhältnis vermengt. f = Bündel aus marklosen Fasern mit wenigen verstreuten markhäftigen. i = kleines Gefäß.

Abb. 55. Mensch. Der lumbale Tr. symp. bei seinem Übergange in den sakralen Abschnitt, links. Schwache Vergrößerung. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). f = Bündel aus marklosen Fasern mit wenigen verstreuten markhäftigen. e = marklose mit markhäftigen Fasern in nahezu gleichem Verhältnis vermengt. g = verstreute Ganglienzellen. h = bindegewebige Scheide.

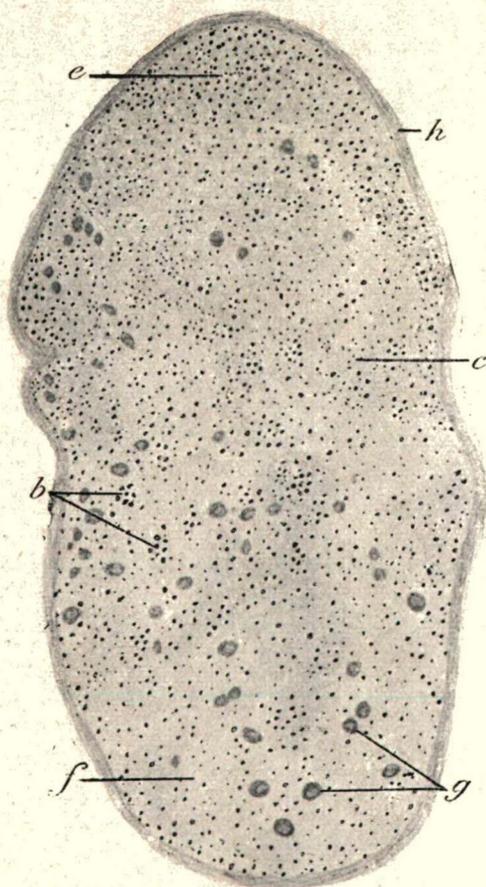


Abb. 55.

sern bloß wenig ab, das Mengenverhältnis bleibt daher nahezu unverändert (Abb. 53, 54), kleine Verschiebungen können vorkommen. Gegen das Ende des lumbalen Abschnittes erfährt die Zahl der markhäftigen Fasern eine starke Verminderung, dagegen vermehren sich die marklosen Fasern, so daß sie schließlich überwiegen und $\frac{6}{10}$ — $\frac{8}{10}$ der Fasern betragen. (Abb. 55).

Bezeichnend für den menschlichen Truncus ist noch, daß man im Querschnitt sämtliche Formen der Nervenfasern vor-

findet. Die Vermengung von Fasern verschieden starken Durchmessers und verschiedener Scheidendicke, von marklosen und markhaltigen Fasern ist so innig, daß man hier nicht — wie bei den Tieren — von Gebieten sprechen kann, die ausschließlich oder fast ausschließlich aus der einen oder anderen Art von Fasern bestehen. Hier kann neben der fast gleichmäßigen Vermengung bloß von dem Überwiegen der einen oder anderen Fasernart die Rede sein.

In diesem Sinne kann man die folgenden beiden Abschnitte voneinander trennen:

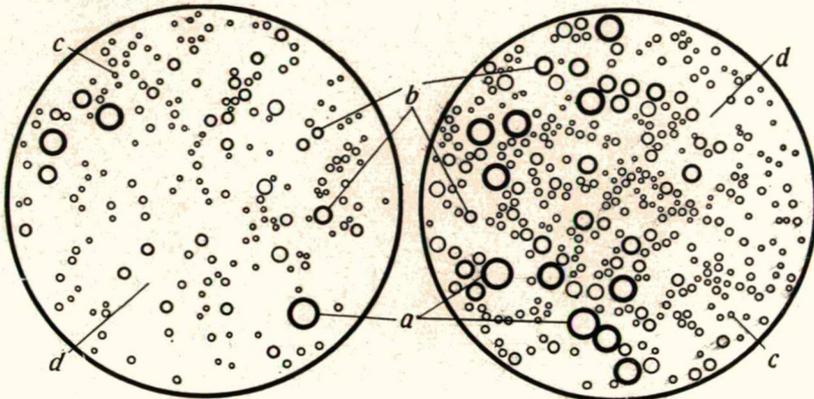


Abb. 56.

Abb. 57.

Abb. 56. Mensch. Tr. symp. am Anfange des lumbalen Abschnittes, rechts. Starke Vergrößerung. a = Gruppe von dickscheidigen Fasern. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). d = marklose Fasern. — Abb. 57. Mensch. Tr. symp. zwischen den 2. und 3. Lumbalganglion, rechts. Starke Vergrößerung. a = Gruppe von dickscheidigen Fasern. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). d = marklose Fasern.

a) Wenn im oberen und mittleren lumbalen Abschnitt das Überwiegen der markhaltigen Fasern ausgeprägt ist, so erscheinen die marklosen in kleinen verstreuten Gruppen von 2—8 Fasern; sonst sind sie unter den markhaltigen gleichmäßig verteilt. Die Vermengung kann auf zweierlei Weise erfolgen: Entweder die marklosen überwiegen (Abb. 52—54-f), oder beide Fasernarten sind — bei Vermehrung der markhaltigen — in gleichen Mengen vorhanden (Abb. 52—54-e). Die Ausbreitung der Gebiete mit gleichen Mengen und gleichmäßig verteilten Fa-

sern hängt von der Menge der markhaltigen Fasern ab. Im oberen Abschnitt besteht nahezu der ganze Nervenstrang aus solchen Gebieten (Abb. 52-e), im mittleren und unteren Lumbalabschnitt nehmen sie allmählich ab (Abb. 53, 54-e). Sofern der Truncus nicht aus einem, sondern aus mehreren kleineren und größeren Nervenbündeln besteht, sieht man in einigen Bündeln

Abb. 58.

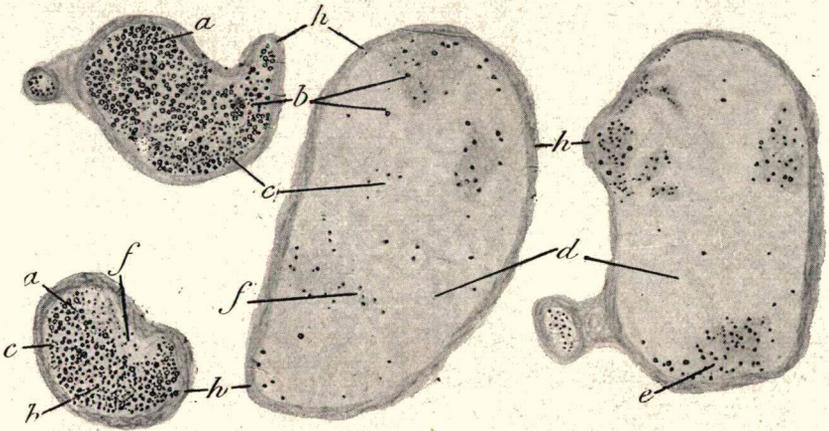


Abb. 59.

Abb. 60.

Abb. 61.

Abb. 58. Mensch. Der aus den III. Lumbalnerv hervorgegangene R. comm. obliquus, rechts. Schwache Vergrößerung. a = Gruppe von dickscheidigen Fasern. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünn-scheidige Fasern (z. T. verstreut). h = bindegewebige Scheide. — Abb. 59. Mensch. Der aus den II. Lumbalnerven hervorgegangene R. comm. obliquus, rechts. Schwache Vergrößerung. a = Gruppe von dickscheidigen Fasern. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünn-scheidige Fasern (z. T. verstreut). f = Insel aus marklosen Fasern. h = bindegewebige Scheide. — Abb. 60. Mensch. R. comm. transversus des III. Lumbalnerven, rechts. Schwache Vergrößerung. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünn-scheidige Fasern (z. T. verstreut). d = marklose Fasern. f = Bündel aus marklosen Fasern mit wenigen verstreuten markhaltigen. h = bindegewebige Scheide. — Abb. 61. Mensch. R. comm. transversus des II. Lumbalnerven, links. Schwache Vergrößerung. d = marklose Fasern. e = Insel aus verstreuten markhaltigen Fasern. h = bindegewebige Scheide.

hauptsächlich marklose Fasern (Abb. 54-f), an anderen Stellen wieder — mehr in den kleineren Bündeln — sieht man Gebiete mit gleichmäßig vermengten Fasern (Abb. 54-e).

Die mittleren und dickscheidigen Fasern erscheinen verstreut oder in kleineren und größeren Gruppen (Abb. 52—54-a; Abb. 52—54-b), die meist am Rande des Nerven liegen. Nicht selten verläuft eine solche Gruppe schräge durch den Truncus.

b) Im unteren lumbalen Abschnitt hat die Zahl der dickscheidigen Fasern stark abgenommen. Der Nerv besteht zum größten Teil aus marklosen mit wenig dünnscheidigen gleichmäßig vermengten Fasern (Abb. 55-f). In den Randgebieten

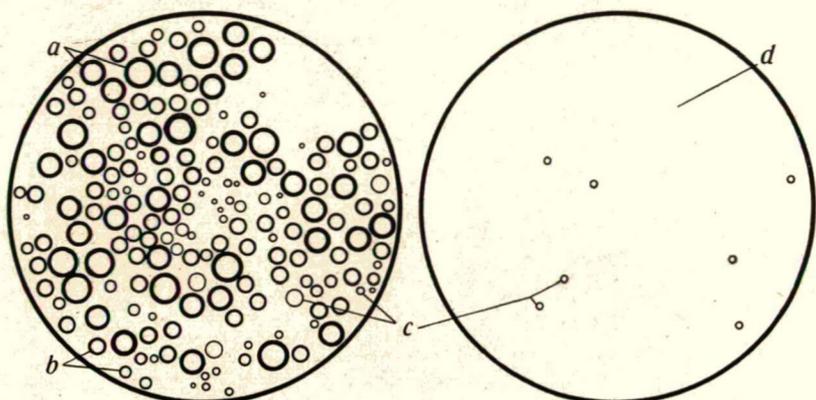


Abb. 62.

Abb. 63.

Abb. 62. Mensch. Aus dem II. Lumbalnerven hervorgegangener R. comm. obliquus, rechts. Starke Vergrößerung. a = Gruppe von dickscheidigen Fasern. b = Gruppe von Fasern mit mittelstarker Markscheide. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). — Abb. 63. Mensch. R. comm. transversus des III. Lumbalnerven, rechts. Starke Vergrößerung. c = dünnscheidige Fasern (z. T. verstreut). d = marklose Fasern.

nehmen die markhaltigen Fasern an Zahl zu und bilden kleinere Gruppen die z. gr. T. aus Fasern mit mittelstarker Markscheide bestehen.

2. Rami communicantes.

Bei der Besprechung der Struktur der Rami comm. müssen vor allem die Untersuchungen HARMAN-s erwähnt werden, die den Zweck hatten, die untere Grenze des Ausschwärmens präganglionärer Fasern zu bestimmen. Ohne sich um die Verlaufsrichtung der Rami zu kümmern, bestimmte HARMAN an der Hand einer Reihe von Zeichnungen die Zahl der markhaltigen Fasern in den Rami comm. Auf den meisten seiner Zeichnungen

lassen sich die beiden Arten der Rami deutlich voneinander unterscheiden. Nach (seiner) Abb. 13 enthalten die schräge verlaufenden Rami 150—300, die transversalen Rami hingegen 75 bzw. 10 markhaltige Fasern. Auf Abb. 5. betragen diese Werte 300 bzw. 250 in den schrägen und 25 bzw. 20 in den transversalen Rami; ähnliche Befunde ergeben auch die anderen Abbildungen.

Andere Angaber über die Struktur der Rami comm. sind mangels makroskopischer Befunde weniger zu verwerten.

a) *Rami communicantes obliqui*. Sie bestehen im allgemeinen aus 1—2, seltener aus mehr Bündeln (Abb. 58, 59). Ihre Struktur zeigt auch hier jene Einheitlichkeit, die für die schrägen Rami der Tiere so charakteristisch ist und die einen wesentlichen Unterschied gegenüber der Struktur des Truncus bedeutet. Die Menge der markhaltigen Fasern schwankt zwischen $\frac{8}{10}$ und $\frac{9}{10}$, in einigen Fällen waren hier marklose Fasern überhaupt nicht nachzuweisen (Abb. 58), manchmal können sie aber vermehrt sein und ihre Zahl beträgt

dann bis zu $\frac{3}{10}$ der Fasern. Verstreute marklose Fasern kamen sehr selten vor. Daß sie in ungefähr 10% der Fälle dennoch $\frac{2}{10}$ — $\frac{3}{10}$ des Nerven einnehmen können, kommt daher, daß das eine oder das andere Bündel eines aus mehreren Bündeln bestehenden schrägen Ramus nur marklosen Fasern enthält, bzw. daß in Rami, die nur aus einem Bündel bestehen,

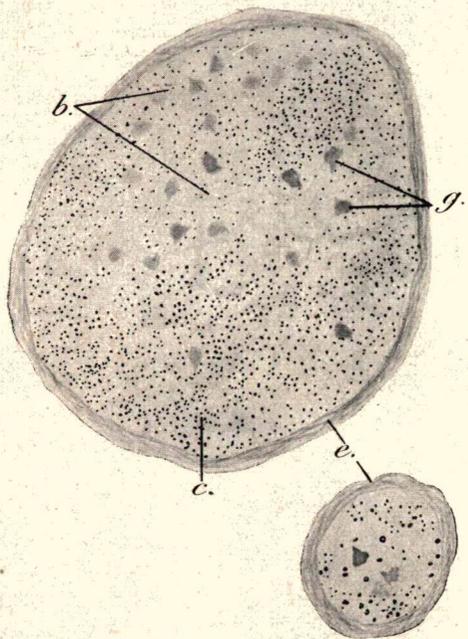


Abb. 64.

Mensch. R. comm. transversus des V. Lumbalnerven, rechts. Schwache Vergrößerung. b = Gebiet von marklosen Fasern, c = marklose und dünn-scheidige Fasern miteinander vermengt, e = bindegewebige Scheide, g = verstreute Ganglienzellen.

kleinere oder größere, stets am Rande gelegene, marklose Inseln vorkommen können (Abb. 59). Die histologische Struktur dieser Inseln stimmt mit der Struktur der unten näher beschriebenen Rr. comm. transversi vollkommen überein. Wie es kommt, daß ein markloses Bündel nicht im transversalen Ramus zum Spinalnerven zieht, sondern zu diesem Zwecke den Weg über den schrägen Ramus wählt, läßt sich heute noch nicht erklären.

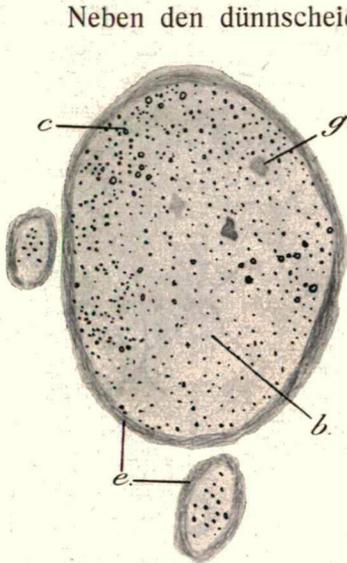


Abb. 65.

Mensch. R. comm. transversus des III. Lumbalnerven, wo in diesem Segment kein weißer R. vorhanden war, rechts. Schwache Vergrößerung. b = Gebiete von markhaltigen Fasern. c = markhaltige Fasern mit dünner, mittlerer und dicker Markscheide vermischt mit marklosen Fasern. e = bindegewebige Scheide. g — Ganglienzellen.

Neben den dünn-scheidigen finden sich auch mittelstarke und dickscheidige Fasern, jedoch in größerer Menge als bei den Tieren; ihre Zahl beträgt $\frac{3}{10}$ — $\frac{5}{10}$ sämtlicher markhaltigen Fasern; sie erscheinen verstreut oder in undeutlichen Gruppen (Abb. 62).

Ganglienzellen sind in den schrägen Rami nicht zu finden.

b) *Rami communicantes transversi*. Sie bestehen aus einem bis drei Bündeln. Im unteren Lumbalabschnitt nimmt die Zahl und Breite der Bündel zu. Sie enthalten oft verstreute Ganglienzellen (g), deren Zahl zwischen 20 und 50 schwankt. Ihre Struktur kann als homogen bezeichnet werden, da sie fast durchwegs aus marklosen Fasern bestehen. Nach der Anzahl und der Form der verstreut vorhandenen markhaltigen Fasern lassen sich bei diesen Rami zwei Abschnitte unterscheiden:

Im oberen und mittleren Lumbalabschnitt beträgt die Zahl der markhaltigen Fasern bedeutend weniger als $\frac{1}{10}$. Sie sind nicht

gleichmäßig über das Gebiet des Querschnittes verteilt, sondern nehmen bloß einen Teil desselben — bzw. bei Vorhandensein mehrerer Bündel bloß einige Bündel — ein. Neben dünn-schei-

digen sieht man verhältnismäßig viel Fasern mit mittelstarker Markscheide (Abb. 60, 61).

Im unteren lumbalen Abschnitt — seltener auch in den mittleren Segmenten — nimmt die Zahl der markhältigen Fasern zu und erreicht $\frac{2}{10}$, im V. Segment sogar $\frac{3}{10}$. Statt der oben erwähnten Inselbildung sind sie hier mit den marklosen gleichmäßig vermengt. Unter den markhältigen Fasern nehmen die dünnscheidigen die erste Stelle ein (Abb. 64, 65).

3. Rami transversi.

Die im letzten lumbalen Segment manchmal vorhandenen Queräste zeigen dasselbe Bild wie der Truncus sympathicus. Dünnscheidige Fasern sind zu $\frac{2}{10}$ — $\frac{3}{10}$ Teilen vorhanden und erscheinen verstreut. Ganglienzellen kommen hier nicht vor.

V. Das Verhältnis der weissen Rami communicantes zu den Nervi splanchnici.

(Abb. 66.)

Bei der Untersuchung des Verhältnisses der Rr. communicantes zu anderen sympathischen Gebilden im lumbalen Abschnitt konnte ich finden, daß der größte Teil der Fasernbündel des schrägen Ramus nicht im Truncus Halt macht, sondern diesen durchquert und mit den Nn. splanchnici weiterzieht, während der transversale Ramus mit den Ganglien des Truncus in Verbindung steht. Die Nn. splanchnici werden eben durch die aus den schrägen Rami stammenden Fasernbündel gebildet.

Während meiner diesbezüglichen makroskopischen Untersuchungen an Menschen und Tieren konnte ich einen unabhängig vom Tr. symp. in den N. splanchnicus übergehenden schrägen Ramus nur bei der Antilope finden, wo der aus dem N. subcostalis hervorgegangene schräge Ramus sich in den N. splanchnicus minor verwandelt und in das Ganglion coeliacum eintritt.

In sehr vielen Fällen kann man das Durchziehen von dickeren Fasernbündeln des schrägen Ramus durch den Truncus oder dessen Ganglien bei Verwendung der geeigneten Technik auch makroskopisch beobachten. Wenn die Fasernbündel nicht in der Tiefe sondern mehr an der Oberfläche des Ganglions verlaufen — wie dies bei Säugetieren und beim Menschen nicht

selten vorkommt, — dann kann man durch Ziehen am N. splanchnicus diese Kontinuität leicht nachweisen.

Ist der Übergang der Fasernbündel des schrägen Ramus in den Splanchnicus makroskopisch nicht zu sehen, dann kann man aus folgenden Umständen darauf schließen:

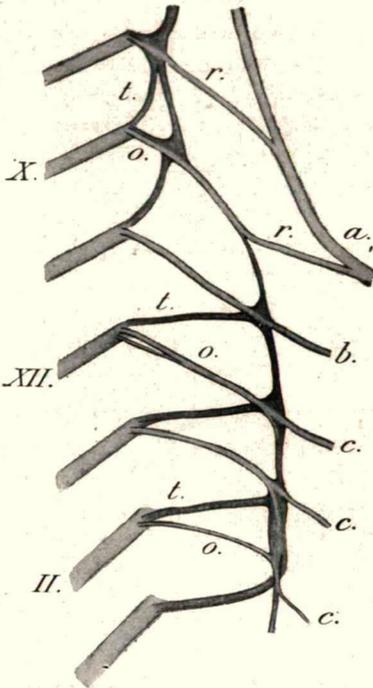


Abb. 66.

Neugeborener Mensch. Truncus sympathicus thoracicus et lumbalis, rechts. $\frac{2}{3}$ d. nat. Gr. a = N. splanchnicus major. b = N. splanchnicus minor. c = Nn. splanchnici lumbales. r = untere Wurzeln des N. splanchnicus major. o = Rr. comm. obliqui. f = Rr. comm. transversi.

a) Der unterste N. splanchnicus lumbalis entspringt fast immer in der Höhe des Eintrittes des letzten schrägen Ramus in den Truncus; d. h. daß der Splanchnicus nur dort zu finden ist, wo es auch einen schrägen Ramus gibt.

b) Die lumbalen Splanchnici entspringen an derselben Stelle aus dem Truncus, wo die schrägen Rami in diesen eintreten und verlaufen in derselben Richtung weiter, wie die schrägen Rami bis dahin verlaufen sind.

c) Die Zahl der Nn. splanchnici und jene der schrägen Rami stimmt im lumbalen Abschnitt sehr oft überein; jedem schrägen Ramus entspricht sozusagen je ein Splanchnicus von ähnlicher Dicke und Verlaufsrichtung.

Mit Hilfe von histologischen Untersuchungen (Serienschnitte, Markscheiden-Färbeverfahren usw.) läßt sich das Durchdringen der Fasernbündel des schrägen Ramus durch den Truncus oder durch die Ganglien desselben sowie die Umwandlung dieser Fasernbündel zu lumbalen Nn. splanchnici auch dann nachweisen, wenn diese Erscheinung makroskopisch nicht zu sehen war.

Über den theoretischen und praktischen Wert dieser Frage

sind weitere Untersuchungen im Gange. Soweit sich jetzt schon ein Urteil fällen läßt, scheinen die schrägen Rami communicantes — im experimentell-funktionellen Sinne dieselbe Bedeutung zu haben wie die Nn. splanchnici: ihre Durchtrennung, Anästhesierung usw. hat dieselben Folgen wie diese Eingriffe an den Nn. splanchnici. Bei den in gewissen Fällen gebräuchlichen Ramisektionen scheint es angebracht, die schrägen Rami communicantes zu schonen, da man bei der Durchtrennung dieser Rami in mehreren Segmenten keine Ramisektion sondern eine Splanchnicosektion ausführt, die jedoch schwere Folgen haben kann.

Zusammenfassung.

(I.) Bei den Säugetieren konvergieren die Trunci sympathici der beiden Seiten in den oberen Lumbalsegmenten, in den mittleren laufen sie parallel zueinander, in den unteren divergieren sie etwas. Wenn der Ursprung des M. depressor caudae schon in der Höhe des letzten Lumbalwirbels beginnt, oder wenn die Trunci der beiden Seiten miteinander durch ganglionäre Verwachsungen in Verbindung gelangen, können die Trunci in der Höhe des letzten Lumbalwirbels wieder konvergieren. Die Lage des Truncus sympathicus hängt im oberen und mittleren lumbalen Abschnitt mit der Psoasmuskulatur eng zusammen. Bei schwacher Muskulatur liegt der Truncus in der Vertiefung zwischen dem inneren Rande des Proas und der Wirbelsäule, ist die Muskulatur stärker, dann liegt der Truncus nur auf dem Muskel und gelangt mit der Wirbelsäule nicht in Berührung, bei sehr stark entwickeltem Psoas wird der Truncus durch diesen nach vorn und gegen die Mittellinie hin verdrängt. Im untersten Lumbal-Abschnitt liegt der Truncus stets der Wirbelsäule an. Bei Anthropoiden zeigt der Truncus einen den menschlichen Verhältnissen ähnlichen Verlauf.

Der lumbale Truncus ist anfangs dünn, er nimmt in caudaler Richtung an Dicke zu; er besteht meist aus einem Nervenbündel und ist von weißer Farbe. Der Querschnitt ist im allgemeinen rundlich, in den unteren Segmenten erscheint er in ventrodorsaler Richtung, bei Tieren mit sehr starker Psoasmuskulatur in den mittleren Segmenten von beiden Seiten her flachgedrückt.

Die Zahl der Lumbalganglien entspricht im allgemeinen der Zahl der lumbalen Wirbel. Durch etwaige Verschmelzungen oder Teilungen der Ganglien kann sich deren Zahl ändern. Teilungen sind selten und dann nur in den unteren Segmenten zu sehen; Verschmelzungen sind häufiger und können bei allen Tierarten und in jedem Lumbalsegment vorkommen.

Die Lage der Ganglien entspricht der Konkavität der Wirbelkörper. Die oberen sind klein und nehmen kaudalwärts an Größe zu. Dies hängt offenbar mit dem gleichgerichteten allmählichen Dickerwerden der Spinalnerven zusammen. Die Form der Ganglien ist sehr veränderlich, was teils mit den aus ihnen entspringenden Rami communicantes und Nervi splanchnici, teils mit dem Grad ihrer Verschmelzungen oder Teilungen zusammenhängt. Die Ganglien sind in ventrodorsaler Richtung, bei Tieren mit sehr starker Psoasmuskulatur im mittleren Abschnitt seitlich mäßig flachgedrückt. In den unteren Lumbalsegmenten wird der Truncus oder das entsprechende Ganglion manchmal von der Arteria lumbalis durchbohrt.

Die Rami communicantes lassen sich makroskopisch in zwei Gruppen einteilen:

Der quer verlaufende *Ramus communicans transversus* ist in jedem Segment vorhanden. Er verläuft gemeinsam mit den Blutgefäßen in der Konkavität der Wirbelkörper unter dem Psoas und mündet in einem rechten Winkel in den entsprechenden Spinalnerven. Er ist meist einfach, grau-rosafarben; der Querschnitt ist rundlich, die Substanz des Ramus erscheint homogen. In seinem Verlauf weicht er manchmal kaudalwärts ab. Die Verlaufsrichtung kann durch die Verschmelzung der Ganglien beeinflußt werden. Dieser Ramus ist in den oberen Segmenten dünn und wird kaudalwärts allmählich dicker, was auf denselben Zusammenhang mit den Spinalnerven hinweist, wie wir ihn bei den Ganglien erwähnten.

Der schräg ventral- und kaudalwärts verlaufende *Ramus communicans obliquus* ist bloß bis zum III—V., bei Anthropoiden bloß bis zum I—II. Lumbalsegment zu finden. Er entspringt aus dem Spinalnerven in einem spitzen Winkel, überquert die Fibrocartilago intervertebralis und zieht teils zwischen den Fasernbündeln des Psoas, teils an der Oberfläche des Muskels, aber stets selbständig weiter. Den Truncus erreicht er in der Höhe des Ganglions des nächsten Segments und mündet in den

äußeren Rand des Ganglions. Er ist weiß, zeigt Längsfaserung und einen flachgedrückten Querschnitt. Seine Dicke hängt mit jener der Spinalnerven nicht zusammen, sein Verlauf wird durch die Verschmelzung der Ganglien kaum beeinflusst.

Manchmal findet man in den Segmenten — auch in den oberen lumbalen — bloß je einen Ramus, der je nach der Lage des entsprechenden Ganglions transversal oder — seltener — schräge verlaufen kann. Diese einfachen Rami enthalten, nach den histologischen Befunden, sowohl die Fasernbündel der grauen, wie auch jene der weißen Rami communicantes.

Zwischen den Trunci sympathici der beiden Seiten kommen selten und nur in den letzten lumbalen Segmenten schwache faserige Verbindungen (Ramus transversus) oder starke ganglionäre Verwachsungen vor.

(II.) A. Der lumbale Truncus sympathicus des *erwachsenen Menschen* zeigt ein ähnliches Verhalten wie jener der Haussäugetiere, jedoch veränderliche und kompliziertere Formen. Er ist individuell verschieden stark entwickelt. In bezug auf die Teilung des Grenzstranges, die Größe, Form und Lage der Ganglien, die Zahl, Stärke und Verlaufsrichtung der Rami, zeigen die Trunci der beiden Seiten ein mehr-weniger voneinander unabhängiges Verhalten; selten besteht diesbezüglich eine echte Symmetrie der beiden Seiten.

Der lumbale Truncus ist einfach oder auf einer kleineren oder größeren Strecke geteilt. Er verläuft in der Vertiefung zwischen dem inneren Rand des M. psoas und der Wirbelsäule in einem durch den Muskel bedingten, nach vorn konvexen Bogen.

Die Ganglien zeigen untereinander Verschmelzungen größeren oder kleineren Grades; die so entstandenen größeren Ganglien zeigen eine charakteristische Lage. Das oberste Ganglion, das *Ganglion lumbale supremum* ist selbständig, es kann sich u. U. mit dem aus der Verschmelzung des zweiten und dritten Ganglions entstandenen *Ganglion lumbale superius* vereinen. Die Ganglien der letzten zwei Segmente, die *Ganglia lumbalia inferiora*, sind selbständig oder miteinander verschmolzen.

Die bei den Tieren beobachteten zwei voneinander scharf trennbaren Gruppen der Rami communicantes sind auch

beim Menschen zu finden. Sie zeigen hier alle dort festgestellten Gesetzmäßigkeiten.

Rami communicantes obliqui sind bloß in den zwei — seltener drei — obersten Segmenten vorhanden. Sie sind weiß, weisen einen flachgedrückten Querschnitt auf und zeigen selbständigen Verlauf. Sie entspringen aus dem Spinalnerven in einem spitzen Winkel, verlaufen zwischen den Muskelfasern oder an der Oberfläche des Psoas schräge nach vorn und unten (ventro-kaudalwärts) und münden in das Ganglion des nächsten Segments.

Die *Rami communicantes transversi* sind in jedem Segment vorhanden, zeigen graue Farbe und einen rundlichen Querschnitt. Sie verlaufen vom Ganglion ausgehend in Begleitung der Arteria und Vena lumbalis in der Konkavität des Wirbelkörpers tief unter der Psoasmuskulatur. Wird ihre Verlaufsrichtung durch Ganglienverschmelzungen nicht beeinflußt, so ziehen sie transversal, in den unteren Segmenten etwas schräge kaudalwärts, zu dem Spinalnerven des entsprechenden Segments. Ihre Dicke steht in einem geraden Verhältnis zu jener der Spinalnerven.

B. Beim *neugeborenen Menschen* ist der lumbale Truncus sympathicus meist bis zu seinem Ende einfach, bloß bei seinem Übergange in den sakralen Abschnitt geteilt.

Die Verschmelzung der Ganglien ist hier häufiger und erreicht höhere Grade als beim Erwachsenen. In $\frac{4}{5}$ der Fälle findet man eine große lumbale Ganglienmasse, die meist aus vier, seltener aus drei Ganglien gebildet wird. Bei einem meiner Fälle waren in dieser lumbalen Ganglienmasse sämtliche lumbalen Ganglien vereint. Das Ganglion lumbale supremum liegt in der Ganglienmasse oder ist mit dem letzten thorakalen Ganglion verschmolzen; es erscheint nur ausnahmsweise selbständig. Das letzte Lumbalganglion kann allein stehen oder es kann mit dem vierten Lumbalganglion zu der Ganglienmasse verschmelzen. Bei Fehlen der lumbalen Ganglienmasse treten die Ganglien hier in den beim Erwachsenen beschriebenen Formen auf.

Die *Rami communicantes obliqui* sind meist einfach; der letzte geht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle aus dem II. Lumbalnerven hervor.

Die *Rami communicantes transversi* gehen stets aus dem

Ganglion hervor. Sie verlaufen meist deutlich in transversaler Richtung, die manchmal durch die Verschmelzung der Ganglien beeinflußt wird.

Für die kaudalwärts gerichtete mäßige Abweichung der Rami communicantes transversi aus ihrer transversalen Verlaufsrichtung in den unteren lumbalen Segmenten des Erwachsenen findet sich folgende Erklärung: Verlängerung der Wirbelkörper im Laufe der Entwicklung, Zustandekommen des Höhenunterschiedes zwischen dem Ursprung und der Eintrittsstelle des Ramus (in den Spinalnerv) und gleichzeitige Änderung der Verlaufsrichtung der Arteria und Vena lumbalis.

(III.) Bei der histologischen Untersuchung des Truncus sympathicus der Säugetiere findet man meist im oberen lumbalen Abschnitt mehrere, im unteren bloß 1—2 Fasernbündel; bei kleinen Tieren besteht der Truncus bis an sein Ende aus einem, bei großen Tieren hingegen in seinem ganzen Verlaufe aus mehreren Bündeln. Die allmähliche Verdickung des Truncus in kaudaler Richtung gelangt im ersteren Falle als Dickerwerden des Nervenstranges, im letzteren Falle als Zunahme der Zahl der Bündel zum Ausdruck. Im Truncus finden sich viele verstreute Ganglienzellen, insbesondere im unteren lumbalen Abschnitt.

Der Truncus sympathicus besteht aus einer Vermengung von marklosen und markhaltigen Fasern, die in einem für die einzelnen Abschnitte charakteristischen Verhältnis und in charakteristischer Anordnung vor sich geht. Im oberen lumbalen Abschnitt besteht der Truncus zu $\frac{8}{10}$ — $\frac{9}{10}$ Teilen aus markhaltigen Fasern, die wenigen marklosen Fasern bilden scharf begrenzte Inseln. Im unteren Abschnitt zeigen die markhaltigen Fasern eine starke Verminderung, hier betragen die marklosen Fasern $\frac{6}{10}$ — $\frac{8}{10}$ des Truncus. Die markhaltigen Fasern sind hier in lockeren, manchmal auch vereinzelt marklose Fasern enthaltenden Bündeln angeordnet, die in den Randteilen des Nerven liegen. Im mittleren Abschnitt finden sich marklose und markhaltige Fasern in nahezu gleichen Mengen.

Unter den markhaltigen bilden die dünnscheidigen die weitaus größere Mehrzahl der Fasern des Truncus. Im oberen und mittleren Abschnitt finden sich auch viel dickscheidige Fasern, die verstreut oder in kleineren Gruppen angeordnet sind. Von den marklosen Fasern finden sich die kleineren meist im

oberen, die größeren meist im unteren Abschnitt in der Mehrzahl.

Die *Rami communicantes transversi* bestehen meist aus einem Nervenstrang und nehmen kaudalwärts stets an Dicke zu; in den letzten Segmenten kann man ihrer zwei und sogar drei vorfinden. Bei großen Tieren besteht der Ramus communicans transversus bis an sein Ende stets aus mehreren Nervenbündeln. In den *Rami communicantes transversi* finden sich, insbesondere in den unteren Lumbalsegmenten viel verstreute Ganglienzellen. Die transversalen *Rami communicantes* werden fast ausschließlich von marklosen Fasern gebildet; in den *Rami* des unteren Abschnittes finden sich zahlreiche solche Fasern mit großem Durchmesser. Im oberen Lumbalabschnitt wo man auch weiße *Rami* antrifft, beträgt die Menge der markhaltigen Fasern kaum $\frac{1}{20}$ der *Rami*, meist sind sie verstreut, doch können sie auch kleinere Gruppen bilden, die am Rande des Nerven liegen. In den unteren Lumbalsegmenten, wo es keine weißen *Rami* mehr gibt, steigt die Zahl der markhaltigen Fasern bis zu $\frac{1}{10}$ an; diese sind hier über das ganze Gebiet des Querschnittes nahezu gleichmäßig verteilt.

Der flachgedrückte Querschnitt der *Rami communicantes obliqui* gelangt auch histologisch zum Ausdruck: sie bestehen meist aus 2—3 nebeneinander gereihten Fasernbündeln, bei großen Tieren kann deren Zahl bis zu 10—50 ansteigen. Die schrägen *Rami* bestehen nicht selten bloß aus markhaltigen Fasern, meist enthalten sie jedoch, wenn auch in geringer Zahl, auch marklose Fasern, die 1—2 scharf begrenzte kleine Inseln bilden. Von den markhaltigen Fasern sind die dünnscheidigen in der größten Zahl vertreten, dabei finden sich auch dickscheidige in nennenswerter Menge: die Fasern mit mitteldicker Markscheide sind meist in der Umgebung der dickscheidigen zu finden.

Jener Ramus communicans, der bei einigen Tieren allein die Verbindung zwischen Spinalnerven und Truncus sympathicus bewerkstelligt, enthält sowohl marklose wie auch markhaltige Fasern. Wird er von mehreren Fasernbündeln gebildet, dann zeigen die einen die typische Struktur der weißen, die anderen jene der grauen *Rami*. Ist nur ein Fasernbündel vorhanden, dann besteht es zur Hälfte aus markhaltigen, zur anderen Hälfte aus mark-

losen Fasern, die Grenze zwischen den beiden Gebieten ist immer scharf. Die weißen und grauen Rami behalten demnach ihre Selbständigkeit möglichst auch dann bei, wenn sie in einen Nerven oder gar in ein Fasernbündel vereint sind.

Im letzten Lumbalsegment besteht manchmal zwischen den Trunci der beiden Seiten eine Verbindung: Rami transversi; diese zeigen dieselbe Struktur wie der dem betreffenden Segment entsprechende Teil des Truncus.

(IV.) Als bezeichnend für den lumbalen Truncus sympathicus des Menschen fand ich, daß dieser meist aus einem, seltener aus mehreren Fasernbündeln besteht. In demselben Segment sind sämtliche Arten der marklosen und markhaltigen Fasern anzutreffen. Die Zahl der markhaltigen Fasern, die im oberen lumbalen Abschnitt noch $\frac{6}{10}$ — $\frac{7}{10}$ Teile sämtlicher Fasern beträgt, nimmt kaudalwärts allmählich ab, so daß diese Zahl in den letzten Lumbalsegmenten kaum mehr $\frac{2}{10}$ — $\frac{4}{10}$ erreicht. Die Vermengung der marklosen Fasern mit den markhaltigen geht auf die verschiedenste Weise vor sich, doch sind ausdrücklich nur aus markhaltigen oder aus marklosen Fasern bestehende Inseln nicht anzutreffen. Ganglienzellen kommen häufig vor, insbesondere in den unteren Segmenten.

Die aus 1—2 Nervenbündeln bestehenden Rami communicantes obliqui bestehen zu $\frac{8}{10}$ — $\frac{9}{10}$ Teilen aus markhaltigen Fasern, manchmal sind hier marklose Fasern überhaupt nicht zu finden. Ihr Gehalt an marklosen Fasern von $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$ kommt derart zustande, daß sich 1—2 kleinere oder größere marklose Fasernbündel mit dem schrägen Ramus vereinigen; diese marklosen Fasernbündel zeigen die typische Struktur des transversalen Ramus communicans. Ganglienzellen sind im schrägen Ramus nicht zu finden. Die dickscheidigen Fasern bilden nahezu die Hälfte der markhaltigen Fasern.

Die Rami communicantes transversi zeigen in bezug auf die Zahl und Größe der Bündel gewisse Abweichungen. In jenen Segmenten, die auch schräge Rami aufweisen, enthalten die transversalen Rami fast keine markhaltigen Fasern, in anderen Segmenten können diese $\frac{1}{10}$ — $\frac{3}{10}$ der Fasern betragen. Verstreute Ganglienzellen finden sich, insbesondere in den unteren Lumbalsegmenten, in ziemlich großer Zahl.

Die histologische Struktur der Rami transversi entspricht der Struktur des Truncus desselben Segments.

(V.) Die Rami communicantes transversi stehen mit den Ganglien des Truncus sympathicus in näherer Beziehung.

Die Rami communicantes obliqui hingegen stehen in einem nahen Verhältnis zu den Nervi splanchnici, welches darin besteht, daß der größte Teil der Fasernbündel des schrägen Ramus nicht im Truncus sympathicus bzw. in dessen Ganglien Halt macht, sondern diese durchquert und sich — wie dies makro- und mikroskopisch nachzuweisen ist — in die Fasernbündel des Splanchnicus verwandelt.

Die Nervi splanchnici sind demnach — sowohl im theoretischen wie auch im praktischen Sinne — den Rami communicantes obliqui gleich zu stellen.

Literatur.

- Andringa, V. W.*: 1931. La chaîne sympathique lombaire et ses rameaux communicants. Thèse de Montpellier.
- Beck, Th. S.*: 1846. On the nerves of the uterus. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. v. 136. pp. 113—135.
- Bonriot, A.*: 1922. Anatomie du plexus lombaire chez l'homme. Paris.
- A. Boros*: 1932. Die Rami communicantes des lumbo-sakralen Abschnittes des Kaninchens und die Möglichkeiten der Ramisektionen. Acta litterarum ac scientiarum reg. Universitatis hung. Francisco Josephinae. Szeged, Tom. VI. S. 223—236.
- Botár, J.*: 1931. Recherches anatomiques sur le tronc sympathique abdomino-pelvien et sur les rameaux communicants correspondants. Annales d'Anat. path. v. 8. p. 1191—1204.
- 1931. La structure du tronc sympathique et des rameaux communicants lumbo-pleviens chez l'homme. Annales d'Anat. path. V. 8. p. 1286—1294.
- 1931. Az ágyéki és medencei truncus sympathicus morfológiája. Orvosi Hetilap. 75. évf. 13. sz. 323—324. old. (ung.).
- 1931. Études anatomiques sur le système nerveux sympathique de l'Éléphant des Indes. Bulletin du Muséum nat. d'Histoire nat. 2^e série, t. 3. p. 722—726.
- 1931. Recherches anatomiques sur les rameaux communicants et les rameaux viscéraux et sur leurs rapports réciproques chez les Vertébrés. (Note préliminaire) Bulletin du Muséum nat. d'Histoire nat. 2. série, t. 3. p. 727—736.
- 1932. Études sur les rapports des rameaux communicantes thoraco-lombaires avec les nerfs viscéraux chez l'Homme et chez l'Animal. Annales d'Anat. path. v. 9. p. 88—100.
- 1932. Sur la classification des rameaux communicants du Sympathique. 27^e Congrès de l'Association des Anatomistes, Nancy.
- 1932. Sur l'origine des fibres des nerfs splanchniques thoraco-lombaires. 27^e Congrès de l'Association des Anatomistes, Nancy.
- 1932. Die Anatomie des lumbosakralen und coccygealen Abschnittes

- des Truncus sympathicus bei Haussäugetieren. Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 97. S. 382—424.
- Botár, J.*: 1932. La chaîne sympathique latéro-vertébrale lombaire, ses ganglions et ses rameaux communicants chez le Nouveau-né. Annales d'Anat. path. v. 9. p. 449—455.
- Bourgelat, Cl.*: 1769. Éléments de l'art vétérinaire. Précis anatomique du corps du cheval. Paris.
- 1807. Éléments de l'art vétérinaire. Précis anatomique du corps du cheval, comparé avec celui du boeuf et du mouton. Paris.
- A. I. P. van den Broek*: 1908. Untersuchungen über den Bau des sympathischen Nervensystems der Säugetiere. II. Teil. Der Rumpf- und Becken-sympathicus. Gegenbaur's Morphol. Jahrb. Bd. 38. S. 532—589.
- Cabanac, J.*: 1931. Étude anatomique du sympathique cervico-thoracique, suite d'une systématisation du sympathique viscéral. Thèse de Montpellier.
- Carus, G.*: 1835. Traité élémentaire d'anatomie comparée. Trad. par. A. J. L. Jourdan. Paris. t. I.
- Chaveau, A. et Arloing, S.*: 1879. Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris.
- Cruveilhier, J.*: 1836. Anatomie descriptive. Paris, v. IV.
- Cuvier, G.*: 1845. Leçons d'anatomie comparée. Publ. par M. Duméril. Paris. t. III.
- Edgeworth, F. H.*: 1892. On a large-fibred sensory supply of the thoracic and abdominal viscera. Journ. of Physiol. v. 13. pp. 260—271.
- Ellenberger, W. und Baum, H.*: 1891. Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Berlin.
- Emmert, A. G. F.*: 1812. Nachtrag zu den Beobachtungen über den Einfluß des Stimmervens auf die Respiration, nebst einigen Bemerkungen über den sympathischen Nerven bey Säugethieren und Vögeln. Reil und Autenrieth's Archiv für die Physiol. Bd. 11. S. 117—130.
- Eisler, P.*: 1890. Das Gefäß- und periphere Nervensystem des Gorilla. Halle a. M.
- Fischer, J.*: 1904. Vergleichend-anatomische und histologische Untersuchungen über den Nervus sympathicus einiger Tiere, insbesondere der Katze und der Ziege. Dissert. philos. Zürich.
- 1905. Über den Bau der Nerven des sympathischen Nervensystems. Anat. Anzeiger. Bd. 26. S. 388—399.
- 1906. Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Nervus sympathicus einiger Tiere, insbesondere der Katze. Archiv für wissenschaft. und prakt. Tierheilkunde. Bd. 32. S. 89—106.
- Franck, L.*: 1871. Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart.
- Gaskell, w. H.*: 1885. On the structure, distribution and function of the nerves which innervate the visceral and vascular systems. Journ. of Physiol. v. 7. pp. 1—80.
- 1914, 1916. The involuntary nervous system. Monographs on Physiology. London.

- Graf, L.*: 1846. Handbuch der Zootomie des Pferdes, mit Berücksichtigung der übrigen Haussäugethiere. Wien.
- Gruss, W.*: 1932. Über Ganglien im Ramus communicans. Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 97. S. 464—471.
- Gurlt, P. F.*: 1821. 1833. 1843. 1860. 1873. 1885. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugethiere. Berlin.
- Haller, A.*: Elementa physiologica. Lib. X. Sectio VI.
- Harmann, N. B.*: The caudal limit of the lumbar visceral efferent nerves in man. Journ. of Anat. and Physiol. v. 32. pp. 403—421.
- Hartmann—Weinberg, A.*: 1926. Der Plexus aorticus der Anthropoiden. Anat. Anzeiger. Bd. 60. S. 545—584.
- Henle, J.*: 1868. Handbuch der Nervenlehre des Menschen. Braunschweig.
- Hirschfeld, L. et Léveillé, J. B.*: 1886. Traité et iconographie du système nerveux et des organes des sens de l'Homme. Paris.
- Hoveiacque, A.*: 1927, 1930. Anatomie des nerfs craniens et rachidiens et du système grand sympathique chez l'Homme. Paris.
- Hörmann, J.*: 1846. Zootomische Darstellung des Pferdes. Wien.
- Hyrtl, J.*: 1889. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Wien.
- Juba, A.*: 1930. Beiträge zur Anatomie der Rami communicantes. Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 92. S. 224—238.
- Kalberg, W.*: 1930. Über den sogenannten Nervus praesacralis. Anat. Anzeiger. Bd. 69. S. 274—282.
- Kiss, F.*: 1931. Le rapport entre le pneumogastrique et le grand sympathique. Archives du Muséum nat. d'Histoire nat. 6^e série, t. 7. p. 147—172.
- Kiss, F. und Mihálik, v. P.*: 1929. Über die Zusammensetzung der peripherischen Nerven und den Zusammenhang zwischen Morphologie und Function der peripherischen Nervenfasern. Zeitschrift für Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 88. S. 112—151.
- Lafosse, M. Hippiatre*: 1772. Cours d'hippiatrique ou traité complet de la médecine des chevaux. Paris.
- Langley, J. N.*: 1892. On the origin from the spinal cord of the cervical and upper thoracic sympathetic fibres, with some observations on white and grey rami communicantes. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. v. 183. B. pp. 85—122.
- 1892. On the larger medullated fibres of the sympathetic system. Journ. of Physiol. v. 13. pp. 786—788.
- 1893. Preliminary account of the arrangement of the sympathetic nervous system, based chiefly on observations upon pilo-motor nerves. Proceedings of the Royal Society of London. v. 52. pp. 547—556.
- 1894. The arrangement of the sympathetic nervous system based chiefly on observations upon pilomotor nerves. Journ. of Physiol. v. 15. pp. 176—244.
- 1895. A short account of the sympathetic system. Physiological Congress, Berne.
- 1896. Observations on the medullated fibres of the grey rami communicantes. Journ. of Physiol. v. 20. pp. 55—76.

- Langley, J. N.*: 1900. The sympathetic and other related systems of nerves. in E. A. Schoeffler: Text-book of Physiology. t. 2. pp. 619—696. London.
- 1903. The autonomic nervous system. Brain, Journ. of Neurology. v. 101. pp. 1—26.
- 1903. Das sympathische und verwandte nervöse System der Wirbeltiere (autonomes nervöses System). Ergebnisse der Physiologie. Bd. 2. Abt. 2. S. 818—872.
- 1921. The autonomic nervous system. Cambridge.
- 1922. Das autonome Nervensystem. Berlin.
- 1923. Le système nerveux autonome sympathique et parasymphatique. Paris.
- Leisering, M. und Müller, F.*: 1885. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere. Berlin.
- Leyh, F. A.*: 1850, 1859. Handbuch der Anatomie der Haustiere, mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes. Stuttgart.
- Longet, F. A.*: 1842. Anatomie et physiologie du système nerveux de l'Homme et des animaux vertébrés. Paris. t. II.
- Luschka, H.*: 1863. Die Anatomie des menschlichen Bauches. Tübingen.
- Martin, P.*: 1904. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart.
- Minne, J.*: 1929. Les rami communicantes du système sympathique. Étude anatomique. Technique des ramisections. Thèse de Lille.
- Matsushima S.*: 1929. Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Truncus sympathicus lumbalis et sacralis des Menschen. (jap.) Manshyu Ig. Z. Dairen. Bd. 11. S. 507—556. Ref.: Japanese Journ. of med. Sciences. I. Anatomy v. III. No. 1. p. 44. 1931.
- 1929. Über das 12. Ganglion des Brustsympathicus. (jap.) Manshyu Ig. Z., Dairen. Bd. 11. S. 291—314. Ref.: Japanese Journ. of med. Sciences. I. Anatomy. v. III. No. 1. p. 44. 1931.
- Müller, J.*: 1832. Ueber das Ganglion oticum Arnoldi. Archiv für Anat. und Physiol. Bd. 6. S. 67—86.
- Müller, J.*: 1840. Physiologie du système nerveux. t. I. Paris.
- Müller, F.*: 1853. Lehrbuch der Anatomie des Pferdes. Wien.
- Müller, L. R.*: 1909. Studium über die Anatomie und Histologie des sympathischen Grenzstranges, insbesondere über seine Beziehungen zu dem spinalen Nervensystem. Verhandl. 26. Kongr. innere Med. Wiesbaden, S. 658—681. Ref.: München. med. Wochenschr. 1909, und Deutsch. Archiv klin. Med. 1910.
- 1920. Das vegetative Nervensystem. Berlin.
- 1924. Die Lebensnerven, ihr Aufbau, ihre Leistungen, ihre Erkrankungen. 2. Auflage des vegetativen Nervensystems. Berlin.
- 1931. Lebensnerven und Lebenstriebe. 3. erweit. Auflage des vegetativen Nervensystems. Berlin.
- Ónodi, A. D.*: 1882. A gerincagyí rostkötegek viszonya az együttérző hátrákötegekhez. Orvosi Hetilap. 3. sz. 62 old. (ung.)
- 1882. Az együttérző idegrendszernek egyes élettani és kórtani szempontból fontosabb alakviszonyairól. Orvosi Hetilap. 39. sz. 1926 old. und 40. sz. 1052 old. (ung.)

- Ónodi, A. D.*: 1883. Ueber das Verhältnis der spinalen Fasernbündel zu dem Grenzstrange des Sympathicus. Zentralbl. für die med. Wissensch. S. 97—100 und 625—629.
- 1884. Ueber das Verhältnis der cerebro-spinalen Faserbündel zum sympathischen Grenzstrange. Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abt. S. 145—169.
- Pantschenko*: 1930. Der Zoologen-, Anatomen- und Histologenkongress der Sowjetunion in Kijev. Anat. Abt. ref von W. J. Bick. Anat. Anzeiger. Bd. 71. S. 33—34.
- Poirier, P. et Charpy, A.*: 1907. Traité d'anatomie humaine. Paris.
- Potts, C.*: 1924—25. The main peripheral connections of the human sympathetic nervous system. Journ. of Anat. v. 59. pp. 129—135.
- Quain, T.*: 1909. Elements of Anatomy. v. III. p. 2. Containing the descriptive anatomy of the peripheral nerves and of the organs of special sense. London.
- Reighard, J. and Jenniges, H.*: 1901. Anatomy of the cat. New-York.
- Retzius, G.*: 1832. Ueber den Zusammenhang der Pars thoracica nervi sympathici mit den Wurzeln der Spinalnerven. Meckel's Archiv. für Anat. und Physiol. S. 260—262.
- Rüdinger, A.*: 1861. Atlas des peripherischen Nervensystems des menschlichen Körpers. München.
- Sappey, Ph. C.*: 1889. Traité d'anatomie descriptive. Paris.
- Scarpa, A.*: 1779. Anatomicarum annotationum. Liber primus. De nervorum gangliis et plexibus.
- 1831. De gangliis nervorum, deque origine et essentia nervi Intercostalis ad illustrem virum Henrycum Weber anatomicum Lipsiensem. Annali Universali di Medicina, v. 58.
- Scarpa, A.*: 1831. De gangliis deque utriusque ordinis nervorum per universum corpus distributione ad illustrem virum Henrycum Weber anatomicum Lipsiensem. Epistola altera. Annali Universali di Medicina. v. 58.
- Schwab, K. L.*: 1821. Lehrbuch der Anatomie der Hausthiere. München.
- Schwalbe, G.*: 1889. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II. Abt. 2. Lehrbuch der Neurologie. Erlangen.
- Swan, J.*: 1835. Illustrations of the comparative anatomy of the nervous system. London.
- Valentin, A.*: 1881. Nervenlehre.
- Vermeullen, O.*: 1916—17. Über den Nervus sympathicus der Haustiere. Anat. Anz. S. 301—309.
- Walter, J. W.*: 1883. Tabulae nervorum thoracis et abdominis. Berolini.
- Weber, E.*: 1817. Anatomia comparata nervi sympathici. Lipsiae.
- Wertheimer, P. et Bonniot, A.*: 1926. Chirurgie du tonus musculaire. Paris.
- Willis, Th.*: 1666. Cerebri anatome: cui accessit nervorum et usus. Amstelodami.
- Wutzer, C. W.*: 1834. Ueber den Zusammenhang des sympathischen Nerven mit den Spinalnerven. Archiv. für Anat., Physiol. und wissenschaftl. Medicin. S. 305—310.