|Aus dem anatomischen Institut zu Halle.|

Der Plexus lumbosacralis des Menschen.

Von

Dr. P. Eisler.

Mit Taf. III - V und einer Zinkographie.



Kann sich oft der Fortschritt in der Wissenschaft nur durch einen Umsturz bestehender Anschauungen vollziehen, so gibt sich doch vielleicht ebenso oft die Gelegenheit zu friedlicherer Lösung schwebender Fragen. Unter Umständen hilft die Gunst des Zufalls, auf einem alten, verlassenen Pfade doch noch einen lohnenden Ausblick zu entdecken, der die vorher geschenen Einzelbilder zu einem zusammenhängenden Ganzen vereinigt. So danke ich zum Theil dem glücklichen Zufall die Gewinnung eines Standpunktes, der mir ermöglicht, unter sich abweichende Augaben einer ganzen Reihe gewissenhafter Forscher über dasselbe Objekt mit einander in Einklang zu bringen.

Der Bau des Plexus lumbosacralis gehört zu den Kapiteln in der menschlichen Anatomie, die im allgemeinen als abgeschlossen betrachtet wurden trotz mancher Unklarheit im einzelnen, bis in den letzten Jahren die Arbeiten von Paterson*), Potocki**) und Asp***) theils neue Gesichtspunkte für die Betrachtung lieferten, theils altes richtig zu stellen suchten, hin und wieder freilich nur, um die bereits bestehenden Widersprüche noch zu verschärfen. Besonderen Werth für mich gewannen nur die Beobachtungen des erstgenannten: sie gaben überhaupt die Veranlassung, auch meinerseits noch einmal an die Untersuchung dieses Gegenstandes heranzutreten. Denn nach der Präparation des viel einfacher gebauten Plexus lumbosacralis eines Gorilla musste ich die Resultate Patersons in mancher Hinsicht anzweifeln. Potocki soll

^{*)} Paterson, Morphology of the sacral plexus in man, und: The limb plexuses of mammals, Journ. of anat. and physiol. XXI. Ferner: The position of the mammalian limb etc. Ibid. XXIII.

^{**)} Potocki, Der Plex. lumbosaeral. und seine Beziehungen zu den Nerven der unteren Extrem. etc. Petersburg 1887, Diss. Russisch.

^{***)} Asp, Studier ofver plexus sacralis. Commentat. variae in mem. actor. CCL annor. edidit Univ. Helsingfors. 1890. — Ich habe davon nur das Referat Fürsts, Jahr.-Ber. f. Anat. etc. von Hermann-Schwalbe 1891, S. 312 verwendet.

nach dem nur allgemein gehaltenen Referat Hoyers (Hermann-Schwalbes Jahr.-Ber. der Anat. etc. 1888) viel neues beibringen, konnte aber, da seine Dissertation nur russisch veröffentlicht ist, nicht berücksichtigt werden, und nur wenig mehr vermochte ich die (dänische) Abhandlung von Asp zu benutzen.

Das Ziel, das ich mir anfangs gesteckt hatte, die Patersonschen Angaben zu kontroliren, verschob sich aber mit der wachsenden Menge des gesammelten Materials, und nachdem im Laufe eines Jahres im ganzen 127 Plexus durch meine Hände gegangen, glaube ich jetzt die thatsächlichen Ergebnisse meiner Präparationen nicht nur als einen Nachtrag zu allen bisher vorhandenen Bearbeitungen unseres Themas ansehen zu dürfen, sondern auch die Berechtigung erlangt zu haben zu einem Versuche, zwischen den bestehenden Widersprüchen zu vermitteln. Wie bei jeder Vermittlung so wird natürlich auch hier die eine oder andere der Parteien sich gelegentlichen kleinen Einschränkungen unterziehen müssen.

Aber auch für die Schlüsse, die ich aus den Thatsachen ziehe, hoffe ich genügendes Beweismaterial beizubringen. Mit der Masse der Bilder vergrössert sich zwar die Mannigfaltigkeit in Einzelheiten, andrerseits jedoch nimmt die Wahrscheinlichkeit zu, das leitende Prinzip in der Konstruktion des ganzen herauszufinden.

Für eine statistische Verwertung ist die Zahl immer noch recht klein, aber doch schon verwendbar. — Periphere Verhältnisse wurden, da es sich vor allem um die Anatomie des Plexus handelte, nur soweit als nöthig berücksichtigt.

Meine Literatur habe ieh auf die jetzt gebräuchlichen Lehr- und Handbücher beschränkt, die ja zum Theil die älteren Autoren eitiren, also: Luschka, Anatomie des Menschen II, 2, 1864, Henle, Handbuch der Anatomie III, 1871, Krause, Handbuch der menschl. Anatomie 1879, Krause, Anatomische Varietäten etc. 1880, Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie II, 2, 1881, Hyrtl, Lehrbuch der Anat. 1882, Pansch, Grundriss d Anat. des Menschen 1886, Gegenbaur, Lehrbuch der Anat. d. Menschen 1890, Langer-Toldt, Lehrbuch 1890, Henle-Merckel, Anatomischer Atlas.

Die beiden kurzen frühern Mittheilungen über meine Resultate*) erfahren bei dieser Gelegenheit noch manche Erweiterungen, aber auch Verbesserungen, wie sie eben durch die grössere Anzahl von Objekten möglich und nöthig wurden.

Hinsichtlich des Materials ist zu bemerken, dass, wo immer es ausgeführt werden konnte, beide Seiten einer Leiche untersucht wurden. Nur bei den ersten

^{*)} Anatom. Anzeiger 1891, No. I u. 10. — Verhandlungen der 64. Versamml. deutscher Naturforse er und Aerzte 1891, II, 9. Abt eilung.

Präparaten, durchgetheilten Spiritusleichen, gelang es manchmal nicht mehr, die zugehörige andere Hälfte zu finden. Die Mehrzahl der Plexus wurde nach einfacher Bloslegung und Markirung der einzelnen Nerven aus der Leiche herausgenommen und entweder gleich in dünnem Spiritus bis zur Präparation aufgehoben oder erst noch über einige Tage oberflächlich mazerirt. Die Bearbeitung wurde in allen diesen Fällen mit dem Messer ausgeführt und zwar stets unter Wasser, denn nur so ist es möglich, die Nervenstränge aufzufasern und auch die feinsten Fädchen von der Bindegewebshülle zu befreien. Zum Schluss fertigte ich eine Skizze sowohl von Vorderwie Hinterfläche des mehr oder weniger aufgelösten Plexus in natürlicher Grösse an, wenn nicht einfache Wiederholungen früherer Bilder vorlagen. Die beigefügten Figuren sind nach den Originalzeichnungen photographisch verkleinert.

Ĩ.

Ehe wir in die Betrachtung dez einzelnen Plexusnerven eintreten, bedürfen einige für die Auffassung des Plexus im allgemeinen wichtige Punkte der Erörterung. Vor allem ist noch ein Wort über die Theilbarkeit der Wurzeln des Plexus lumbosacralis zu sagen. Dass die Nervi tibialis und peroneus bis an den Plexus ischiadicus von einander getrennt werden können, und dass dafür Fälle, in denen ein Theil des Plexus durch den M. pyriformis geht, besonders günstig sind, ist ja eine schon früher gemachte Beobachtung. Das Verdienst Patersons besteht darin, dass er, ausgehend von solchen natürlich gespaltenen Plexus, auch die Theilbarkeit der Wurzeln des Plexus ischiadicus und damit die Möglichkeit nachwies, die Nerven der distalen Extremität wie die der proximalen auf eine dorsale bezw. ventrale Schicht des Plexus zurückzuführen. Danach ist also der Tibialis der Hauptnerv der ventralen, der Peroneus derjenige der dorsalen Plexusabtheilung. Patersons Entdeckung beschränkt sich zunächst auf den Plexus ischiadicus und die Wahrheit seiner Angaben lässt sich ohne besondere Mühe in der grossen Mehrzahl der Fälle sowohl bei natürlicher als künstlicher Spaltung des Plexus kontroliren. Das Messer des Präparators dringt ohne Schwierigkeit an normalen Plexus bis mindestens zum Ende des distalen Drittels in die Zusehussportion aus dem 4. Lendennerven, in den 5. Lenden- und 1. Sakralnerven vor, in der zweiten noch etwas weiter, während am 3. Sakralnerven die Darstellung eines dorsalen und ventralen Truncus meist nieht mehr möglich ist oder doch der dorsale Truncus auf ein geringes Bündel reduzirt erscheint. Noch weiter distal hört solche Trennbarkeit überhaupt auf. Obwohl nun aber die Theilbarkeit des Plexus ischiadicus als feststehende Thatsache zu betrachten und dementsprechend

fürderhin zu berücksichtigen ist, wird man sie doch nicht immer leicht demonstriren können: denn es gibt auch Fälle, in denen sich schon zwischen den Anfängen des geschlossenen Peroneo-Tibialis Bündel hinüber und herüber durcheinander flechten, sodass eine Trennung ohne Gewalt nicht zu erreichen ist. Wie weit solche kleine Unregelmässigkeiten in Zusammenhang mit Verschiebungen in der Abgabe peripherer Aeste stehen, vermag ich für die distale Extremität noch nicht auszusagen, vermute es aber, da mir analoge seeundäre Verbindungen zwischen ventralem und dorsalem Plexusabschnitt im Plexus brachialis vorgekommen sind, wo ich dann peripher scheinbar abnorme Muskelinnervation fand.

An Plexus, deren Ischiadicus z. B. bei Operationsübungen kurz unterhalb des Foramen ischiadicum mai. abgeschnitten worden, hat mir hin und wieder eine kleine Arterie (A. comes superior) raseh den Weg zwischen die beiden Hauptnerven und damit zwischen die Plexushälften gezeigt. Sie stammt entweder aus der A. pudenda communis bei geringer Entwicklung der A. glutaea inferior, oder aus dieser letztern und bohrt sieh dorsal etwa in die Spitze des grossen Plexusdreieeks, begleitet von zwei kleinen Venen, ein. An Präparaten mit laugem Ischiadieus ist selbstverständlich diese Hilfe entbehrlich.

Wir können nun das Hauptresultat Patersons für den sakralen Theil des Beinnervengeflechts recht wohl aunehmen, ohne zu gleichem gegenüber seiner Ansicht bezüglich des lumbaren Theils verpflichtet zu sein. Denn hier hat sieh der englische Autor durch die bekannte, bequem darzustellende Abspaltung des N. obturatorius vom Cruralis bestimmen lassen, den N. obturatorius als ventrale, den N. eruralis mit den verschiedenen Haut- und Muskelästen als dorsale Abtheilung des Plexus lumbaris zu betrachten. So würde also für den ganzen Plexus lumbosacralis die ventrale Schicht in der Hauptsache aus Obturatorius und Tibialis, die dorsale aus Cruralis und Peroneus bestehen, wie das Gegenbaur auch in sein Lehrbuch aufgenommen hat. Dagegen ist aber zu bemerken, dass der N. obturatorius keineswegs der einzige ventrale Nerv des Plexus lumbaris ist. Vielmehr verlaufen im sog. Cruralis noch eine Anzahl ventraler Nerven, die sich als solche durch ihr Verbreitungsgebiet schon genügend charakterisiren. Das sind: ein Theil des N. genitoeruralis, der N. eutaneus femoris internus (medialis), der Nerv für den M. peetineus, der N. saphenus magnus und der oft vorhandene N. obturatorius accessorius. Zur Motivirung folgendes.

Von Payer und W. Krause ist nach Untersuchungen an der proximalen Extremität der Satz aufgestellt worden, dass die Muskelu im allgemeinen ihre Nervenfasern aus denselben Spinahnerven erhalten, wie die über ihnen und ihren Sehnen

gelegenen Hautstellen. Schwalbe macht hierzu die im ganzen berechtigte Anmerkung, im speziellen seien mannigfache Ausnahmen dieser Regel hervorzuheben, anerkennt aber bestimmte Wechselbeziehungen zwischen den motorischen und sensibelen Innervationsgebieten, indem er die Regel selbst bestehen lässt. Für diese Beziehungen gilt noch ein andres, etwas weiter gefasstes Gesetz, welches noch vor das Payer-Krause'sche zu stellen und etwa so zu formuliren wäre: "An den Extremitäten gehört die Haut über Muskelgruppen, die von dorsalen Plexusderivaten innervirt werden, ebenfalls dem dorsalen Innervationsgebiet an und vice versa Haut über ventralen Muskeln ventralen Nerven." Ich weiss nicht, ob ein derartiges Grundgesetz schon früher ausgesprochen ist; in den Schlüssen, die Paterson aus seinen vergleichenden Untersuchungen über den Plexus lumbosacralis zieht, kann man es wohl zwischen den Zeilen lesen, aber er wendet es weder im Plexus lumbaris noch im Plexus ischiadicus an. Scheinbare Ausnahmen bestehen einmal an den Grenzen zwischen dorsalem und ventralem Innervationsgebiet, bezw. ursprünglich dorsaler und ventraler Fläche, ferner an den distalen Enden der Extremitäten. Längs der Grenzlinien kommt es vielfach zu Anastomosen zwischen ventralen und dorsalen Hautnerven, an den Enden der Extremitäten greifen die ventralen Nerven mehr oder weniger in das dorsale Gebiet hinüber. Zu dem letztern Punkt mag vorläufig nur bemerkt sein, weil eine eingehendere Behandlung dieser Abweichung uns auf ein ganz andres Thema führen würde, dass meiner Ueberzeugung nach die Veranlassung zu derartigen Uebergriffen in den eigenthümlichen Formungsprocessen, die an den distalen Enden der Extremitäten vor sich gegangen sind, zu suchen ist. Für die proximalen Abschnitte der Extremitäten ist das Gesetz jedenfalls zu beweisen. Die Grenze zwischen ventralen und dorsalen Muskeln an der Vorderfläche des menschlichen Oberschenkels lässt sich durch eine Linie, die man etwa längs dem Sartorius zum Medialrand der Patella zieht, ausdrücken; was an Haut lateral davon liegt, wird von dorsalen, was medial liegt, von ventralen Derivaten des Plexus lumbaris versorgt. Ich werde bei den einzelnen Nerven noch einmal auf ihre Zugehörigkeit zur einen oder andern Gruppe zurückkommen. Hier möchte ich nur noch hervorheben, dass der N. obturatorius nur ein Theil der Ventralportion des Plexus lumbaris ist, dass aber eine Trennung der dorsalen und ventralen Plexushälfte wie im Beckenabschnitt selbst unter günstigsten Umständen nur unvollkommen durchgeführt werden kann.

Auf einen zweiten Punkt, der für die Resultate dieser Arbeit die grösste Bedeutung gewinnen sollte, wurde meine Aufmerksamkeit gleich im Beginn der Untersuchung hingelenkt. Es traten mir nämlich am Uebergange des Plexus lumbaris in

den Plexus sacralis - von einer Grenze zwischen diesen zwei Abtheilungen des Plexus lumbosacralis kann man füglich nicht sprechen — eigenthümliche Abweichungen von dem normalen Verhalten der hier gelegenen Nerven entgegen, welche ich in der menschlich-anatomischen Literatur nirgends verzeichnet fand. Allerdings gedenkt Henle in einer kleinen und versteckten Anmerkung (S. 525) eines Präparates der Göttinger Sammlung, in welchem der Verbindungsstrang zwischen viertem und fünften Lendennerven fehlt, also Plexus lumbaris und sacralis vollständig von einander geschieden sind. Aber dies Präparat stammt nicht von Henle selbst, sonst würde es nicht so ausschen; wir können vielmehr mit aller Bestimmtheit behaupten, dass diese Trennung ein Kunstprodukt, hergestellt von einem unvorsichtigen Präparator, und als solches gänzlich wertlos ist. Denn ich stehe, wenigstens zum Theil, auf dem Standpunkte Rosenbergs und Fürbringers*), die die Plexusbildung als Folge der aktiven Wanderung des Extremitätengürtels auffassen. Und danach ist es emfach unmöglich, dass zwischen den Nerven einer Extremität, die nach dem Verlassen der Wirbelsäule immer und überall sich durch die gerade für sie charakteristische Ansabildung unter einander verbinden, plötzlich einmal ein Spalt auftreten sollte.

Ganz abgesehen aber zunächst von wirklichen Anomalien an dieser Stelle werden Jedem, der die einzelnen Angaben über das Verbindungsbündel zwischen viertem und fünften Lendennerven an normalen Plexus zusammenstellt, Widersprüche nicht nur zwischen den verschiedenen Autoren, sondern auch in einem und demselben Werke auffallen. So lässt Luschka "in Uebereinstimmung mit der Abbildung J. L. Fischers" ²/₃, S. 177 jedoch nur die Hälfte, Sappey (Hirschfeld und Leveillé) etwa 1/3, Henle Fig. 286 (nach Schmidt) und Fig. 290 weniger, Fig. 287 jedoch bedeutend mehr als die Hälfte, Hyrtl den grössten, Gegenbaur den kleinern Theil, Pansch die Hälfte, Schwalbe S. 945 den grössern, S. 960 den kleinern Theil des 4. Lendennerven zur Bildung des sog. Truncus lumbosacralis beitragen. Merkwürdigerweise sind diese Differenzen noch Niemandem aufgefallen, oder man hat wenigstens noch nicht versucht, eine Erklärung dafür zu finden. Beobachtungsfehler können diesen schwankenden und unbestimmten Angaben nicht wohl zu Grunde liegen. Und in der That verfüge ich über eine Serie normaler Plexus, in denen die Zusehussportion von ½0 der Stärke des Vorderastes des 4. Lumbarnerven allmählieh um kleine Bruchtheile bis auf ⁹/₁₀ ansteigt. Durch dieses Faktum werden alle Differenzen, die in Folge von zu kurzen Beobachtungsreihen entstehen mussten, beseitigt.

^{*)} Morphol. Jahrb. I, Zur vergl. Anat. der Schultermuskeln.

Da auch das absteigende Bündel vom 4. Lendennerv sich am distalen Ende in dorsale und ventrale Portion aufspalten lässt, wie die übrigen Wurzeln des Plexus ischiadieus, wurden Vergleiche hinsichtlich der Stärke der beiden Portionen augestellt. Sie ergaben jedoch insofern ein negatives Resultat, als bald die dorsale, bald die ventrale Portion mehr Fasern enthielt. — Nicht selten kommt es gar nicht zur Bildung eines typischen Truncus lumbosaeralis, sondern der Zuschuss aus dem Plexus lumbaris trifft erst am Plexus ischiadieus mit dem 5. Lendennerven zusammen.

Neben diesen nur in der Stärke der Verbindungsportion verschiedenen, im Ganzen jedoch noch dem bisher allein bekannten Normaltypus des Plexus lumbosacralis einzuordnenden Formen treffen wir aber auch noch solche, die ganz augenfällig von der Norm abweichen. Durch v. Jhering*) ist die Bezeichnung "N. furcalis" für denjenigen Spinalnerven eingeführt worden, der je einen Ast an den N. obturatorius, Cruralis und Ischiadicus schickt. Er findet diesen Nerven bei allen Wirbeltieren wieder — beim Menschen ist es der 4. Lumbarnerv — und hält ihn für eine so konstante Bildung, dass er ihn als Ausgangspunkt für seine Untersuchung über die Wirbelsäule*) nimmt. Alle proximal zum N. furcalis gelegenen Spinalnerven werden als präfurkale, die distal darauf folgenden als postfurkale unterschieden. In seiner ganzen Untersuchung von Vertretern der Primaten stösst ihm nur einmal, und zwar bei einem Gorilla, ein Befund auf, der "in scheinbarem Widerspruch mit seiner Bestimmung des N. lumbalis IV als N. furcalis steht (l. c. pag. 205). Vom ersten postfurkalen Nerven, der als solcher die erste ganze Wurzel des N. ischiadicus bilden soll, geht eine Anastomose an den N. obturatorius, während der 4. Lumbarnerv regulär ein Bündel in den Plexus sacralis schickt. V. Jhering hält nun "diese Anastomose für eine Abnormität, welche bei dem Menschen und den übrigen anthropoiden Affen, soweit bekannt, nicht angetroffen wird, und für welche die bei den Amphibien bestehenden Verhältnisse uns den Schlüssel liefern. Dort wird nämlich die Anastomose ganz allgemein angetroffen, oder sie fehlt wenigstens nur selten. Bei den Säugethieren fehlt sie oder tritt doch nur in seltenen Fällen noch auf als atavistischer Rückschlag." nachlässigen wir vorläufig diese Deutung, so giebt uns eine solche "Abnormität" zunächst jedenfalls ein Beispiel dafür, dass der N. furculis doch wohl nicht allen Anforderungen, die man nach v. Jhering an ihn stellen muss, gerecht zu werden vermag. Und weitere derartige Beispiele liefert mein Untersuchungsmaterial vom Menschen nicht weniger als 22, also etwas über 18 Prozent.

^{*)} Ueber den Begriff der Segmente bei Wirbelthieren etc. Centralbl. f. d. mediz, Wissensch. 1878. Nr. 9.

^{**)} Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere etc. Leipzig. 1878.

- 1. Bei dreien dieser abnormen Plexus ist nicht der 4., sondern der 5. Lumbarnerv der N. furcalis, denn er spaltet sich in eine stärkste Portion, die herab in den Plexus sacralis verläuft, während der Rest, etwa ein Sechstel, zum grösseren Theil sich in den Cruralis, zum kleineren in den Obturatorius begiebt (Taf. III, Fig. 10).
- 2. In zwei weiteren Fällen bleibt das Bild im grossen Ganzen das Gleiche, nur springt von dem 4. Lendennerven zu der Wurzel des Cruralis aus dem fünften eine dünne, lateralwärts konvexe Schlinge herüber, die allem Anscheine nach Fasern in die erste Wurzel des N. ischiadieus führt (Fig. 12, 24). Die Spezialuntersuchung gestattet, diese Plexus der vorhergeschilderten Form anzuschliessen, wenigstens für die Beschreibung der Plexusderivate, wie ich es im folgenden durchgängig gethan habe. Ihre morphologische Bedeutung jedoch beruht darauf, dass sie überleiten zu
- 3. einer Reihe von 14 Plexus, die in verschiedenen Varianten, wie sie durch die Fig. 16, 21—23, 27—30, 33, 34, 38 veranschaulicht werden, dass ausser-ordentlich charakteristische Bild eines doppelten N. furcalis zeigen, indem sowohl vom vierten als vom fünften Lumbarnerven sich Bündel an Cruralis, Obturatorius und Plexus ischiadieus verteilen.

Ganz gegen Schluss der Untersuchung fielen mir dann noch drei Plexus in die Hände, deren einer

- 4. aus dem normalen N. furcalis (N. lumb. IV) nur etwa ein Zehntel an den Cruralis sendet, während aus dem dritten Lendennerven eine zarte rückläufige Schlinge ganz in der Art wie sie unter 2. erwähnt ist, Fasern nach dem vierten Lumbarnerven und wahrscheinlich durch dessen starke absteigende Portion in den Ischiadicus bringt (Taf. IV, Fig. 17).
- 5. Die zwei andern bieten wiederum einen doppelten N. furcalis, ähnlich dem unter 3., nur dass hier sowohl aus dem vierten als dem dritten Lumbarnerven Bündel je an Cruralis, (Obturatorius) und Ischiadicus hervorgehen. Der eine dieser beiden Plexus stammte aus derselben Leiche wie 4. (Taf. IV, Fig. 18 u. 19).

Zwischen 3. und 4. würde sich die ganze Serie der "normalen" Plexus einfügen. Im Besonderen ist über die erstgeschilderte Form kaum etwas zu bemerken, denn der Zerfall des fünften Lendennerven in die typischen 3 Stränge geht ganz in derselben Weise vor sich, wie wir es etwa in einem normalen Plexus sehen, wenn vom N. lumb. IV der grösste Theil der Fasern zur Bildung des Truneus lumbosacralis entsendet wird. Das ganze erseheint nur um einen Wirbel weiter distal gerückt.

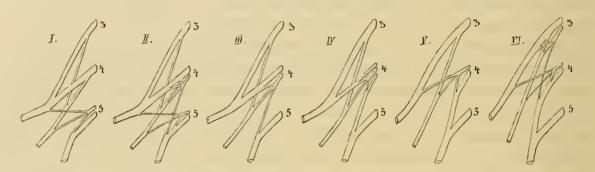
Bei doppeltem N. furcalis dagegen überkreuzen sieh die auf- und absteigenden

Bündel in mehr oder minder komplizirter Weise, doch so, dass stets die aufsteigende, aus dem fünften bezw. dem vierten Lendennerven stammende Portion dorsal zu der aus dem N. lumb. IV bezw. III absteigenden orientirt ist. Der Zweig aus dem fünften Lumbarnerven an den N. obturatorius ist nicht immer vorhanden, andererseits aber kann sich auch noch ein Fädehen aus dem N. lumb. V an einen N. obturatorius accessorius begeben. Stets sind die sich überkreuzenden Bündel dünn, die ganze Verbindung von wechselnder Länge, die Ueberkreuzung bald weit auseinandergezogen, bald sehr spitzwinklig. In diesem letztern Falle schnürt das Bindegewebe die Bündel in die Gestalt eines schwachen Stranges zusammen, sodass die eigenthümliche Anomalie leicht übersehen werden kann, in jenem genügt schon eine geringe Unvorsichtigkeit bei der Präparation, um die zarten Fäden zu zerreissen oder durchzuschneiden. So dürfte auch wohl die Trennung der beiden Plexushälften in Göttingen entstanden sein.

Die dieser Arbeit beigefügten Bilder lassen erkennen, dass die absteigende Portion sich bei den Ueberkreuzungsformen wie sonst der normale Zuschuss an' den Truncus lumbosacralis in einen ventralen und dorsalen Faden spaltet, deren jeder sich dem entsprechenden Truncus des fünften Lendennerven anschließt. Es sind aber auch Fälle darunter, wo scheinbar nur ein ventrales Bündel herabsteigt (Fig. 27); für einige derselben vermute ich, dass die dorsalen Fasern in der Bahn des aufsteigenden Bündels verlaufen, ähnlich wie Fig. 23 es wenigstens für einen kleinen Theil zeigt; in andern ist mit Sicherheit der Uebergang dorsaler Fasern in den Plexus sacralis auszuschliessen, es besteht wie bei Fig. 18 und 27 nur ein schwacher absteigender Faden, der ganz in die ventrale Hälfte des Truncus lumbosacralis eingeht. — Die aufsteigende Portion zerfällt in ventrales und dorsales Bündel nur, wenn Fasern an den N. obturatorius und ev. an den N. obturatorius aecessorius gelangen. Sonst zieht die Portion einfach geschlossen in den Distalrand des N. cruralis. Doch ist es mir auch hierbei wahrscheinlich, dass ventrale Elemente in den Cruralis übergeführt werden, nur wird ihre Darstellbarkeit verhindert durch die schon oben erwähnte Schwierigkeit bezw. Unmöglichkeit, den Cruralis rein in Dorsal- und Ventralabsehnitt zu zerlegen.

Es bedarf nur geringer Geschicklichkeit, um die spinalen Wurzeln des Plexus nach der Abgabe ihrer Rami dorsales in gewöhnlich 2 grobe Bündel zu zerspalten, die aber noch nicht identisch sind mit den dorsalen und ventralen sekundären Trunei; letztere entstehen vielmehr erst, nachdem die ersteren sich wiederum mehr oder weniger untereinander verflochten haben. Von Interesse ist diese Theilung für uns nur an dem N. furcalis. Gleichgiltig, welche Gestalt der lumbosakrale Uebergang

zeigt, immer lässt sich aus dem als N. furcalis fungirenden Spinalnerven ein Bündel isoliren, an welchem noch speziell die charakteristische Dreiteilung zu erkennen ist, während sich das oder die danebenliegenden Bündel einfach entweder in den N. curalis oder in den Truncus lumbosacralis begeben. Die Lage dieses dreistrahligen Bündels



bleibt nicht überall die gleiche und mag durch die obenstehenden Figuren erläutert werden.*) Ist nämlich N. lumb. V der N. furcalis, so finden wir das Gabelbündel an seinem Proximalrand, bildet aber N. lumb. IV den N. furcalis mit nur geringem Zuschuss an den Plexus ischiadicus, so liegt das Bündel am Distalrand dieser Wurzel. Zwischen beiden Stadien vermitteln die Fälle mit doppeltem N. furcalis aus dem 4. und 5. Lendennerven, in denen diesen beiden je ein Gabelbündel zukommt. Nimmt der lumbosacrale Zuschuss aus dem normalen N. furcalis an Stärke zu, so rückt das Gabelbündel in die Mitte der 4. lumbaren Wurzel und erscheint da eingeschlossen von zwei einfachen Nervenbündeln, deren proximales in den Cruralis, deren distales dagegen in den Plexus ischiadicus geht. Zuletzt treffen wir es dann wieder am Proximalrand des 4. Lumbarnerven, bis neuerdings das Auftreten zweier Nn. furcales aus dem N. lumb. III u. IV das gleiche Bild wie die vorhergenannte Ueberkreuzung darbietet. — Die Verschiebung unsres Gabelbündels giebt also gewissermassen das Detail für das Proximalrücken des ganzen N. furcalis. Die Ueberkreuzungen doppelter Nn. furcales sind die Bindeglieder für diesen Vorgang und gewinnen dadurch noch erhöhten Wert, dass ich auch bei der Aufspaltung des normalen N. furcalis hin und wieder Bilder erhielt, die innerhalb dieser einen Wurzel die Ueberkreuzung zweier Gabelbündel illustriren. Es handelte sich dabei gewöhnlich um einen lumbosakralen Zuschuss, der etwa die Hälfte vom vierten Lumbarnerven betrug.

Für die Ansicht, dass die Ueberkreuzung zweier Nn. furcales als Mittelform

^{*)} Ich bemerke ausdrücklich, dass die Figuren keine willkürlichen Konstruktionen sind, sondern nur vereinfachte Skizzen wirklicher Präparate.

zwischen Plexus mit normaler und solcher mit abnormer Lage des N. furcalis, darstellen, spricht einmal das gleichzeitige Vorkommen dieser Form der Plexusverbindung mit einem normalen N. furcalis aus N. lumb. IV, aber sehr dünnen lumbosacralen Zuschussbündel in derselben Leiche, in noch höherem Masse ein doppelter N. furcalis neben einer der unter 2. und 4. erwähnten Formen. Ausserdem aber wird uns die Betrachtung der einzelnen Plexusderivate noch Beweismaterial genug an die Hand geben, welches wir dann am Schlusse dieser Arbeit auf seinen Wert prüfen wollen. —

Der Einfachheit und Uebersichtlichkeit halber habe ich nun im folgenden fast durchweg zur Bezeichnung der Spinalnerven nur die auch sonst gebräuchlichen Chiffern D, L, S und C für dorsale, lumbare, sacrale und caudale Nerven gewählt. Zur Vermeidung von doppelten und dreifachen Bezeichnungen für bestimmte Nerven, wie sie nothwendig werden würden, wollte man bei 13 dorsalen und 5 lumbaren Wirbeln die Spinalnerven anders zählen als z.B. bei 12 dorsalen und 6 lumbaren, und zur Erleichterung der Vergleichung ist stets der 13. Dorsolumbar- (21. Spinal-) nerv mit ${
m L}_1$ und ebenso der 18. Dorsolumbar- (26. Spinal-) nerv mit S₁ signirt. Um die Ursprungsgebiete der einzelnen Plexusnerven auszudrücken, sind die Chiffern in Formeln zusammengestellt derart, dass die Ursprünge der Stärke nach in absteigender Reihe einander folgen; es bedeutet also z.B. N. glutaeus inferior aus S₁ L₅ S₂; der N. glut. inf. bezieht die meisten Fasern aus S₁, die wenigsten aus S₂. — Endlich ist der Ausdruck "N. furcalis" der Kürze halber beibehalten, jedoch ohne die tiefere Bedeutung, die v. Jhering ihm beilegt; als normaler N. furcalis gilt dabei der 4. Lendennerv. Die oben geschilderte Mittelform mit überkreuzten auf- und absteigenden Verbindungsbündeln soll dann den kurzen Namen "Ueberkreuzung" mit der Spezialisirung "aus L_{*} und L_{5} " oder "aus L_{3} und L_{4} " erhalten.

Wir werden diese Kürzungen wiederholt gebrauchen müssen, denn im Laufe der Untersuchung stellte sich heraus, dass die Form der Verbindung zwischen lumbarem und sacralem Theile des Plexus einen ganz bestimmten Anhalt bietet nicht nur für den Ursprung der einzelnen Plexusderivate, sondern auch für die Ausdehnung des Geflechts im allgemeinen sowohl, wie im speziellen des Geflechts für die untere Extremität proximal und distalwärts. Als letzten Spinalnerven, der noch an der Bildung des Plexus ischiadieus theilnimmt, lassen die meisten jüngern Autoren S₃ gelten, die älteren dagegen S₂, nach Langer-Toldt betheiligt sich sogar S₄ noch und der letzte Beobachter Asp lässt gewöhnlich S₃ noch in Tibialis und N. cutaneus fem. posticus eingehen. Den N. cutaneus fem. post. können wir doch wohl nicht von dem Plexus ischiadicus abrechnen, wie es Paterson in seiner vergleichenden Unter-

suchung ausdrücklich, v. Jhering nach seinen Ausführungen auf pag. 212 augenscheinlich thut, denn die Beziehungen dieses Nerven zur Extremität sind doch ebenso innig und so wenig zweifelhaft als z. B. die des N. cutan. fem. lateralis, den Paterson allerdings auch ausschalten möchte.

Die Widersprüche in den Angaben über die distale Grenze des Plexus sucht v. Jhering dadurch zu erklären, dass sich S₃ zwar in der Regel, aber nicht ausnahmslos an der Innervation des Beines betheilige. Aber warum? Das ist doch nur eine Feststellung der Thatsache, Ursache und Veranlassung für solche Schwankungen bleiben unerörtert. Die Thatsache lässt sich nicht wegleugnen, denn unter meinen Präparaten finde ich sowohl solche, in denen aus S₃ sicher keine Fasern mehr in den Plexus ischiadicus gelangen, als andere, in denen ein Bündel aus S₄ den N. tibialis bilden hilft. Es gilt also auch hier zu vermitteln. S₄ ist stets von der Theilnahme ausgeschlossen bei normalem N. furcalis und bei Ueberkreuzung aus L₄ und L₅, dagegen wird S₂ letzter Plexusnerv in fast allen Fällen, wo mehr als zwei Drittel der Fasern von L₄ zur Bildung des Trunens lumbosaeralis verwandt sind. Da nun die Mehrzahl der Plexus mit normalem N. furcalis, weniger als zwei Drittel aus L₄ in den Plexus sacralis übergehen lässt, werden wir gewöhnlich als letzte Wurzel des Plexus ischiadicus S₃ treffen.

Es muss also ein kausaler Zusammenhang zwischen der Form der Verbindung des lumbaren mit dem sacralen Plexusabschnitte und der distalen Verlängerung oder Verkürzung des ganzen Extremitätenplexus vorhanden sein. Doch wollen wir weitere Bemerkungen zu diesem Punkte für die Schlussbetrachtung zurückstellen. Dort soll auch versucht werden, die Frage zu beantworten, weshalb das proximale Ende des Plexus lumbosacralis scheinbar viel weniger Veränderungen unterworfen ist als das distale. Denn abgesehen von einem Falle, in dem L₁ sich nicht durch eine Ansa mit L₂ verband, war meist L₁ der erste Plexusnerv; D₁₂ schickte verschiedentlich, aber ohne erkennbare Regelmässigkeit eine Anastomose zum N. ileohypogastricus. Nur sobald L₄ mehr als drei Viertel an den Plexus ischiadicus verliert, kann D₁₂ wirklich in den Plexus für die Unterextremität eintreten und D₁₁ ein Verstärkungsbündel an den Ileohypogastricus geben.

Bei fast allen Plexus wurde die stärkste Wurzel bestimmt. Nach Krause, Schwalbe, Vierordt (Anatomische etc. Tabellen 1888) ist dies der fünfte Lumbarnerv, Gegenbaur giebt dagegen S₁ an. Diese Notizen basiren auf Breitenmessungen in Millimetern, stehen aber schon gegenüber einer einfachen Abschätzung des Querschnitts an Wert weit zurück, wovon ich mich bald überzeugen musste. Dadurch,

dass L₅ über den Scitentheil des ersten Kreuzbeinwirbels, dem Knochen fest angepresst, herabsteigt, wird er meist stark abgeplattet, und diese Abflachung macht sich auch gegen das Intervertebralloch noch geltend. Nimmt man den Querschnitt der Wurzel, so übersieht man die Nervenbündel in ihrer Zahl und in ihrem Volum ganz unabhängig von der wechselnden Menge des Peri- und Epineuriums und von einer mehr rundlichen oder flachen Anordnung. In den 5 Plexus, welche L₅ als N. furcalis zeigten, war viermal S₁, einmal S₂ stärkste Wurzel; in den 14 Plexus mit Ueberkreuzung zwischen L₄ und L₅ zwölfmal S₁, einmal S₁—S₂ und einmal L₅. S₁ dominirt auch in den normalen Plexus, solange aus L₄ weniger als die Hälfte in den Plexus sacralis übergeht, ganz entschieden, erst von da ab gewinnt L₅ ein gewisses Uebergewicht. Wollte man das Mittel aus sämmtlichen untersuchten Plexus ziehen, so ergäbe sich eine grosse Mehrheit für den ersten Sacralnerven; aber selbst, wenn man nur die normalen Plexus berücksichtigt, fällt das Urteil zu Gunsten dieser Wurzel aus, da nur etwa in einem Drittel der Fälle die Uebergangsportion an den Truncus lumbosacralis mehr als die Hälfte der Fasern von L₄ enthält.

Für sämmtliche Wurzeln des Plexus lumbosacralis kann im allgemeinen gelten, dass sie bis S₁ an Stärke zu, dann aber von S₂ an Stärke rasch abnehmen. Doch variiren in den verschiedenen Fällen die gleichnamigen Wurzeln in ihrer Masse recht beträchtlich, allerdings stets in Abhängigkeit von der Gestaltung des lumbosacralen Uebergangs bezw. von der Ausdehnung des eigentlichen Extremitätengeflechts. Reicht z. B. der Plexus ischiadicus bis S₄, so ist S₂ sehr kräftig, L₂ dagegen schwach: anderseits findet man einen starken L₂, aber einen schwachen S₂, wenn dieser der letzte ist, der noch Fasern an die Extremität schickt. Es lässt sich danach direkt behaupten, dass mit der distalen Verkürzung des Extremitätenplexus die proximalen Wurzeln an Volum zunehmen. Individuelle Abweichungen von dieser Regel werden sich natürlich immer finden.

II.

A. Plexus lumbaris.

Wir sind bisher der alten Einteilung des Plexus lumbosacralis gefolgt und würden danach in den proximalen Abschnitt, den Plexus lumbaris, die Nerven bis einschliesslich N. eruralis und N. obturatorius einzuordnen haben, Die bequeme Zugänglichkeit dieser Partie erleichtert die Bearbeitung, aber die Plexusderivate zeigen mannigfache Variationen in ihrem Verlaufe, sodass das allgemein angenommene Schmidt'sche Schema für ihre Einteilung sich oft nur mit Mühe verwenden lässt.

Für derartige Fälle bewähren sich einige Sätze aus Chr. A. Voigts "Beiträgen zur Dermatoneurologie etc." (Denkschr. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. XXII. 1864), wo es (pag. 9) heisst: "Jede sensitive Nervenfaser versorgt mit ihren peripherischen Endigungen eine bestimmte grössere oder kleinere Hautstelle des menschlichen Körpers, und die dieselben umlagernden Endigungsgebiete gehören einer ganz bestimmten und konstanten Anzahl Nachbarfasern au. Es ist somit das Mosaikbild der Lagerung und Anordnung der grössern und kleinern Hautstellen und der in denselben enthaltenen peripheren Endigungen der sensitiven Nerven kein willkürliches, sondern ein ganz bestimmtes. — Anomalien kommen mithin nur im Verlaufe der Nerven vom Zentrum zur Peripheric vor. — Die Anzahl der in einem bestimmten Nervenbündel enthaltenen Nervenfasern, welches einen besondern Namen erhalten hat, ist somit nicht stets dieselbe." Diese Sätze werden durch die Ergebnisse unserer Schlussbetrachtungen gar nicht alterirt, wie ich bereits hier bemerken will.

Zur weitern Einteilung der Aeste dieses Plexus verdient vor allen andern das Prinzip den Vorzug, welches die Verbreitung berücksichtigt, also Bauchnerven und Schenkelnerven unterscheidet. Erst nach diesem würde eine Ordnung in kurze und lange Aeste im Sinne Schwalbe's zu vertreten sein, wobei jedoch die weitere Sonderung der langen Nerven in vordere und hintere Aeste, wie wir bald sehen werden, leicht zu Missverständnissen Anlass geben könnte, demnach weniger zu empfehlen ist.

1. Nerven für den N. quadratus lumborum.

Ueber die Innervation des Quadratus lumborum macht Schwalbe die bestimmteste Augabe, indem er vom Anfang des peripheren Astes des 1. Lendennerven (Heohypogastricus) einen Zweig ausgehen lässt, der unter Durchbohrung der obersten Zacke des Psoas maior zum Quadratus gelangt. Auch sonst ist dem Muskel nur ein Nerv aus L₁ zuerkannt. Ich finde daneben nicht selten einen Zweig aus dem N. subcostalis (D₁₂), der den Psoas nicht durchbohrt, und ebenso schickt gelegentlich L₂ einen Nerven durch den Psoas an den Muskel. In einem Falle wurde die Innervation auf der einen Seite von D₁₂, L₁, L₂, auf der andern von L₁, L₂, L₃ besorgt. Hier handelte es sich um eine Wirbelsäule mit 13 dorsalen und 5 lumbaren Wirbeln. Eine Verschiebung des N. furcalis auf L₃ scheint, wie zu erwarten, keinen Einfluss auf die Versorgung des Quadratus zu haben.

2. N. ileohypogastricus et ileoinguinalis.

Inwieweit es erwünscht sein kann, dem ersten Lumbarnerven wegen der oft zu beobachtenden Anastomose mit dem N. subcostalis (D₁₂) den Namen "N. dorsolumbalis" (Hyrtl) oder wegen des häufig gemeinschaftlichen Verlaufes der beiden Theilstücke "N. lumbodorsalis" (Schwalbe) beizulegen, mag dahingestellt bleiben. Die ziemlich vollkommene Homologie mit einem Interkostalnerven wird jedenfalls von Niemandem angefochten. Als solcher besitzt L₁ einen Ramus perforans lateralis, der nach Schwalbe stets vom N. ileohypogastricus, nach Pansch vom N. ileoinguinalis abgegeben wird, während Henle dem Ileohypogastricus einen Ram. lateralis zur Haut der Hüfte, dem Ileoinguinalis einen Ram. lateralis über der Spin. ant. sup. ilei in die Haut über Tensor fasciae und Ursprung des Sartorius zuschreibt. Den letztern erklärt W. Krause (Varietäten) als "jedenfalls ausnahmsweise Varietät" — "vielleicht auf Verwechslung" beruhend.

Der Ram, lateralis ist nun allerdings zumeist ein Ast des Hechypogastricus, stammt niemals (nach meinen Beobachtungen) rein vom Heoinguinalis, aber gar nicht selten kommt von beiden zugleich ein Ram, perforans, entweder mit oder ohne vorgängigen gegenseitigen Faseraustausch. Der Ram. lateralis des Heohypogastricus ist dabei der stärkere und entspricht dem dorsalen, der des Heoinguinalis dagegen dem ventralen Zweige eines typischen Ram, lateralis. Dieser letztere läuft dann wohl noch eine kurze Strecke in der Bauchwand weiter nach vorn und bricht erst über der Spina ant. sup. durch den Obliquus externus, mit seinen spärlichen Zweigen theils in die Bauchhaut lateral oberhalb des Lig. Pouparti, theils über dasselbe herab in die Haut über dem Ursprung des Sartorius ausstrahlend. Henle hat sich also keineswegs getäuscht, wenngleich man diesen Ram. lateralis des Heoinguinalis nicht als konstant ansehen darf, sondern ihn gewöhnlich in dem Ram. lateralis des Heohypogastrius zu suchen haben wird. Auch das Verbreitungsgebiet ist in Henles Fig. 296 pag. 543 ganz gut angegeben, denn unterhalb der Spina ant. sup. ilei durchbrechen weder der Ram. lateralis des N. lumboinguinalis (Ram. posterior des N. cutaneus fem. lat.), noch der N. cutaneus fem. lateralis gleich die Faszie, sondern laufen zunächst noch unter In Schwalbes Fig. 498 würde daher ebenso wie in Gegenbaurs Fig. 601 dies Feld noch nachzutragen sein.

Der Ursprung des Ileohypogastricus + Ileoinguinalis scheint, wie ich schon vorher erwähnte, unabhängig von der Lage des N. furcalis zu sein. Die Beziehung der beiden Nerven zur Extremität ist ja auch nicht inniger als etwa die der N. supraclaviculares zum Arm, d. h. sie gehören überhaupt nicht zur Extremität bezw. deren

Plexus. So versteht man auch, dass gelegentlich L₁ mit dem Plexus lumbaris gar nicht durch die bekannte kurz gespannte Ansa verbunden ist. Ich verfüge nur über einen derartigen Fall, aber es ist gerade ein Plexus, in welchem der N. furcalis auf L₅ versehoben ist. Die gleiche Absetzung des ersten Lumbarnerven vom Plexus verzeichnet Kohlbrügge für Hylobates syndactylus und agilis.*) Eine weiter peripher gelegene Anastomose des L1 und L2 ist deshalb noch nicht ausgesehlossen. — Bei den übrigen abnormen Plexus und ebenso bei den normalen, solange L4 weniger als zwei Drittel an den Plexus lumbosaeralis giebt, überwiegt der einfache Ursprung aus L₁. Kommt ein Zuschuss aus D₁₂ hinzu, so beschränkt er sich auf Verstärkung des Heohypogastricus. Der N. ilcoinguinalis bezieht ebenfalls Fasern aus D₁₂ zu denen aus L₁, aber erst, wenn der Heolypogastrieus vollständig durch D₁₂ dargestellt wird oder sogar noch von D₁₁ eine Anastomose enthält. In einem der extremsten Fälle, die ich besitze (Fig. 5) — L, nimmt dabei nur noch zu einem Siebentel am Plexus lumbaris theil — wird nicht nur der Heohypogastricus im lateralen und vorderen Aste aus D₁₁ verstärkt, sondern der Heoinguinalis, der immer noch zum grössten Theil aus L₁ stammt, empfängt auch aus D₁₂ und D₁₁ noch kleine Zuschüsse; in einem andern Plexus mit Ueberkreuzung aus L3 und L4 kamen Ileohypogastricus und Heoinguinalis aus D_{12} (Fig. 19).

Nach solchen Bildern lässt es sich nicht leugnen, dass eine Verschiebung der beiden Nerven stattfindet, aber sie ist so zögernd, so wenig charakteristisch gegenüber der Verschiebung der eigentlichen Extremitätennerven, dass wir erst nach deren Betrachtung einen Erklärungsversuch für solche Unbestimmtheit wagen werden.

3. N. genitocruralis.

Ob der N. genitoeruralis normaler Weise geschlossen vom Plexus entspringt oder häufiger gleich in einen N. spermaticus externus und N. lumboinguinalis gespalten ist, darüber können Differenzeu nicht wohl bestehen, da in den weitaus meisten Fällen auch ein geschlossener Genitoeruralis sich in seine beiden Komponenten zerlegen lässt. Das vermittelt aber das Verständniss dieses Nerven noch nicht, wenigstens nicht hinsichtlich der Zurückführung auf den Typus eines Interkostalnerven. Denn es dürfte immer einige Schwierigkeiten bereiten, für die Ansicht von Bardeleben (Anleitung z. Präparieren 1888) und Langer-Toldt, wonach an L₂ der Spermaticus

^{*)} Kohlbrügge, Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates. Zoolog. Ergebnisse einer Reise in Niederländisch-Ostindien, herausgeg. v. M. Weber. Leiden. 1890.

ext. und lumboinguinalis den Ram. perforans anterior, der N. cutanens fem. lateralis den Ram. perfor. lateralis darstellen soll, den Beweis zu erbringen. Klarheit kann man nur gewinnen aus solchen Plexus, in denen der laterale Ast des Lumboinguinalis vorhanden ist. Dieser Ast vertritt bekanntlich den Ram. posterior des Cutaneus fem. lateralis (selten nach Henle), und ist besonders bei abnormem N. furcalis und Ueberkrenzung, aber auch bei normalem N. furcalis mit geringem Zuschuss zum Plexus ischiadieus anzutreffen. Präparirt man dann die Ursprungsstelle des Genitocruralis genau, so sieht man, dass der Spermaticus ext. und der Theil des Lumboinguinalis, der neben und in der Fossa ovalis des Schenkels erscheint, sich deutlich ventral, der Lateralast des Lumboinguinalis dagegen ausgesprochen dorsal vom Plexus entwickeln. Mit andern Worten: Der N. genitocruralis ist der erste Nerv des Plexus lumbosacralis, der sich in eine dorsale und ventrale Portion zerlegen lässt. Dies Resultat ist von Bedeutung und wird später noch zu verwerten sein.

In vielen, vielleicht den meisten Fällen wird allerdings der laterale Lumboinguinalis dem Cutaneus fem. lateralis angeschlossen und bekundet dadurch ein gewissermassen verwandtschaftliches Verhältniss zu diesem ebenso wie der mediale Lumboinguinalis und der Spermaticus ext. zum Heoinguinalis, mit dem sie entweder in oder vor der Bauchwand oder schon innerhalb des Beckens Anastomosen eingehen können, theilweise auch schon vom Plexus an verbunden sind. Nur unter sich gleichwertige Nerven vermögen einander zu substituiren.

Wie die Nn. ileohypogastricus und ileoinguinalis eigenthümlich zähe an ihrem Ursprunge aus L_1 festhalten und ihn erst aufgeben, wenn der normale N. furcalis dem Cruralis nur noch wenig zutheilt, so bleibt auch die Hauptwurzel des Genitocruralis auf L_2 stehen, bis die erwähnte Eventualität eintritt. Für den Spermatieus externus finden wir aber schon bei abnormer Lage des N. furcalis einen dünnen Zuschuss aus L_1 , während der Lumboinguinalis in solchem Falle und bei Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 gelegentlich noch eine Wurzel aus L_3 zeigt. Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass der Lumboinguinalis dann auch ziemlich weit auf den Schenkel abwärts grift, demnach in das Gebiet des Cutaneus femoris medialis gelangte, sodass höchst wahrscheinlich Fasern des letztgenannten in seiner Bahn verliefen. Denn auch zu diesem Nerven steht die mediale (ventrale) Portion des Lumboinguinalis in inniger Wechselbeziehung. — Rein aus L_1 oder sogar noch mit einem Zuschuss aus D_{12} sah ich den Genitocruralis nur bei Ueberkreuzung aus L_3 u. L_4 kommen.

4. N. cutaneus femoris lateralis.

Während der Genitocruralis immer noch Beziehungen zu Thellen ausserhalb der Extremität aufweist, haben wir im Cutaneus fem. lateralis den ersten reinen Extremitätennerven. Henle lässt ihn hinter den Ursprüngen der oberflächlichen Aeste des Plexus eruralis entspringen und charakterisirt ihn damit als dorsales Plexus-derivat, als welches er auch durchaus aufzufassen ist. Im ganzen Plexus lumbaris ist nur noch der N. obturatorius ohne weiteres in derselben Weise eindeutig zu orientiren, wenn nicht der Cruralis, worauf wir bei diesem noch zurückkommen, in einzelne Bündel aufgelöst erscheint. Diesem Verhalten ist in Schwalbe's Schema des Plexus lumbosacralis Rechnung getragen, das Gegenbaur'sche Schema dagegen würde dahin zu berichtigen sein, dass die distale Wurzel des Nerven hinter der sie kreuzenden Cruraliswurzel zu verlaufen hätte.

Der N. cutaneus fem. lateralis stammt nun nach einem Theil der Angaben aus L2 und L3, nach einem anderen lediglich aus L2. Beides ist richtig, da der Nerv in seinem Ursprung wie die anderen Extremitätennerven von der Lage der N. furcalis abhängt. Bei L5 als N. furcalis und bei Ueberkreuzung aus L4 und L5 liefert stets L3 die Hauptwurzel, aus L2 kommt eine sehwächere hinzu, vorausgesetzt, dass nicht der oben besprochene laterale Ast des Lumboinguinalis dem Cutaneus fem. lateralis angeschlossen ist. Mit dem Uebergange zur normalen Plexusform rückt die Hauptwurzel auf L2, allmählich bezieht der Nerv seine Fasern nur aus L2, bis zuletzt, bei sehr starkem Zuschuss aus L4 an den Truncus lumbosacralis und bei Ueberkreuzung aus L₃ u. L₄ auch aus L₁ noch ein Bündel hinzutritt. — Die Regelmässigkeit dieses Aufrückens wird einigermassen gestört durch die schon erwähnte häufige Aufnahme des lateralen Astes vom N. lumboinguinalis, der dann als Ram. posterior des Cutaneus fem. lateralis erscheint, und anderseits durch gelegentliche Anlagerung eines Bündels des N. cutaneus fem. anterior. In beiden Fällen giebt die Präparation der peripheren Verbreitung genügenden Aufschluss. In dieser Aulagerung ist aber auch ein Zeichen der Gleichwerthigkeit der drei Nerven zu erkennen, wogegen Krause's Angabe (Varietäten etc.), der Cutan, fem. lateralis anastomosire zuweilen mit dem N. ileoinguinalis oder mit dem N. spermaticus externus, mit Vorsicht aufzunehmen sind. habe derartige Verbindungen nicht gesehen und halte sie überhaupt nicht für möglich.

Gar nicht selten ist der N. eutaneus fem. lateralis dem Cruralis locker angeschlossen und trennt sich von ihm erst unter dem Poupartschen Bande, auch wenn er vom Plexus an zunächst noch eine Strecke frei hinter oder in dem Psoas verlief. Die Zahl, welche Schmidt für diese Form des Verlaufes ansetzt (6%), ist entschieden viel zu niedrig gegriffen und mindestens auf das Dreifache zu erhöhen. Man wird bei solcher Gelegenheit eine Beziehung zwischen dem Cutaneus fem. lateralis und dem Cutaneus fem. medialis, wenigstens dem Theil desselben beobachten können, der am Oberschenkel sich medial vom Sartorius in die Haut verzweigt. Dieser Nerv löst sich manchmal zugleich mit dem Cutaneus fem. lateralis vom Plexus, und zwar entspringen seine Wurzeln dann ventral von den Plexusschlingen, die des Cutaneus f. lat. dorsal, die zum Cruralis absteigenden Fasern verlaufen zwischen beiden hindurch. Damit gewinnt das Bild grosse Achnlichkeit mit dem Ursprunge des lateralen und medialen Astes vom Lumboinguinalis, und die Zusammengehörigkeit des Cutaneus fem. lateralis mit einer Portion des Cutaneus fem. medialis ist mir viel wahrscheinlicher als die Annahme, der Cutan. fem. lat. bilde den Ram. lateralis zu dem N. genitocruralis.

5. N. obturatorius.

Die Angaben über den Ursprung dieses Nerven lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass die Mehrzahl der Autoren drei Wurzeln aus L2 bis L4 beschreibt. Paterson bemerkt, dass in manchen Fällen die Wurzel aus L, fehlt, während Henle den Obturatorius aus den vier ersten Lendennerven kommen lässt. Henle bezeichnet auch als stärksten Zuschuss die Wurzel aus L₃. Dasselbe vermag ich für alle Fälle festzustellen, in den L₄ N. furcalis ist. Zumeist folgt dann in der Stärke die Wurzel aus L4 und darauf die aus L2, die ich nur einmal vermisste. Sie ist jedoch oft, besonders wenn von L, nur ein geringer Theil an den Plexus ischiadieus abgezweigt wird, so zart, dass sie leicht beim Herausnehmen des Plexus zerrissen werden kann, um so leichter, als sie oft der Ansa zwischen L2 und L3 nicht völlig anliegt, sondern in deren distalem Abschnitte sich als feines Fädehen frei herüber spannt (Fig. 32, 10). Dagegen sehe ich in den Plexus, welche aus L, mehr als ein Sechstel dem Kreuzbeingeflecht zutheilen, häufig einen Zuschuss aus L₁ zu den drei übrigen Wurzeln hinzutreten. Zuletzt bleibt auch nicht mehr die Wurzel aus L, in der Stärke die zweite, sondern tritt hinter der aus L₂ zurück. Jedenfalls also kommen bei normalem Bau des Plexus lumbosacralis konstant drei, gelegentlich auch vier Wurzeln des N. obturatorius zur Beobachtung. Vier Wurzeln erhält der Nerv auch, wenn L₅ N. furcalis ist, denn dann betheiligt sich auch ${
m L}_{\scriptscriptstyle 5}$ noch an seiner Bildung. Der Stärke nach ordnen sieh hierbei die Ursprünge L₄ L₅ L₂, die letzte ist ganz minimal. Bei Ueberkreuzung aus L₄ und L₅ giebt L₄ ebenfalls gewöhnlich die stärkste, L₂ die schwächste Wurzel an den Nerven, und falls L₅ dabei noch in Frage kommt — unter 14 Fällen 5 mal — so überwiegt die Masse dieses übrigens stets sehr dünnen Zuschusses über den aus L₂.

Der Effekt der Plexusverschiebung auf den Obturatoriusursprung wird am besten illustrirt durch eine Nebeneinanderstellung der Ursprungsformeln der einzelnen Stadien. Man erhält in aufsteigender Reihe: L_4 L_3 L_5 L_2 — L_4 L_3 L_2 — L_3 L_4 L_2 (L_1) — L_3 L_2 L_4 L_1 — L_3 L_2 L_4 L_4 — L_4 L_5 L_6 — L_8 L_8 L_9 L_9

Dass gelegentlich ein Theil der Fasern, welche sich in dem Truncus lumbosaeralis begeben, dem N. obturatorius noch auf eine Strecke angeschlossen ist, oder dass umgekehrt einmal eine Portion des Ursprungs aus L₄ noch ein Stück in jenem Faserbündel verläuft, ist gar nicht selten, aber meiner Ansicht nach völlig irrelevant Fig. 31, 35, 25).

Ueber den peripheren Verlauf des N. obturatorius ausserhalb des Beckens ist Neues nicht beizubringen. Innerhalb des Beckens jedoch beobachtete ich in vielen Fällen einen höchst feinen Nervenfaden, der sieh vom Obturatoriusstamm ablöste und nach kurzem freien Verlaufe spitzwinklig der A. obturatoria anlegte. seiner, so viel ich gefunden, bisher nirgend Erwälmung gethan. Vielleicht ist er konstant, doch habe ich mich eingehender mit ihm nicht beschäftigt; ebensowenig mit einem zweiten, ebenso minimalem Fädchen, welches ich etliche Male um weniges weiter distal vom Obturatorius kommen und sich an der Hinterfläche des proximalen Schambeinastes im Periost verlieren sah. Dieser feine Nerv wäre bei oberflächlicher Präparation vielleicht als ein Zweig an den M. obturator internus anzusprechen, doch vermag ich nicht zu entscheiden, ob Krause (Handbuch), der einzige Autor in der menschlichen Anotomic, der auch dem M. obturator int. Nerven aus dem Obturatorius zukommen lässt, ihn im Sinne gehabt hat. Ich habe niemals während der ganzen Untersuchung eine derartige Innervation dieses Muskels beobachtet, doch halte ich sie bei der nahen Verwandtschaft des N. obturatorius mit den Nerven der Rotatoren des Schenkels, von der später die Rede sein soll, nicht für unmöglich, zumal die vergleichende Anatomie Beispiele dafür aufweist. So beschreibt Deniker (Arch. de zoologie exp. et gén. Ser. II, T. 3, 1885) einen dünnen Zweig an den Obturator int. beim Gibbonfoetus uud Kohlbrügge (l. c.) sah ihn bei Hylobates agilis und syndactylus.

5 a. N. obturatorius accessorius.

Auf den in fast allen neueren Lehrbüchern erwähnten N. obturatorius accessorius verwandte ich besondere Aufmerksamkeit, zumal mir der Nerv unter 120 Fällen

35 mal begegnete, auffallend häufig gegenüber den meisten Angaben. Denn I. A. Schmidt fand ihn an 70 Extremitäten nur 8—9 mal, Pokorny (cit. nach Henle) unter 40 3 mal, Krause (Varietäten) rechnet ebenfalls nur 10%; Schwalbe freilich nennt ihn eine ziemlich häufige, Cruveilhier eine häufige Varietät, was zu unsern Befunden (29%) stimmen würde. Das reichliche Vorkommen bot die beste Gelegenheit, Ursprung, Verlauf und Verbreitungsgebiet genauer zu untersuchen. Er findet sich bald nur auf einer, bald auf beiden Seiten. Da jedoch nicht immer beide Hälften einer Leiche untersucht werden konnten, lässt sich über das prozentuale Verhältniss nichts bestimmtes angeben. 7 mal unter 56 Leichen war er doppelseitig, 16 mal nur einseitig vorhanden. In der Häufigkeit des Vorkommens zeigen normal gebaute und abnorme Plexus annähernd die gleichen Verhältnisse (Fig. 2, 15, 19, 20, 25, 27, 28, 32, 38).

Die Stärke des Nerven schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen und damit auch sein Innervationsgebiet. In letzterer Hinsicht war einerseits die Anastomose mit dem N. obturatorius unmittelbar nach dessen Austritt aus dem Canalis obturatorius konstant, andererseits wurden die Zweige an das Hüftgelenk (2 bis 3) nie vermisst. Der Nerv entspringt nach den meisten Autoren aus L₃ und L₄, nach Gegenbaur auch bloss von einem dieser Nerven, nach Hyrtl aus dem Anfangsstück des eigentlichen Obturatorius, nach Schwalbe's Text aus L₃ und L₄, nach dem Schema des Plexus lumbosaeralis dagegen aus L₂ bis L₄.

Hierzu habe ich zu bemerken, dass bei normaler Plexusbildung gewöhnlich zwei Wurzeln aus L₃ und L₄, bald die eine, bald die andere die stärkere, vorhanden sind, daneben aber auch ein einfacher Ursprung aus L₃, und wiederum, wenn der Plexus lumbaris nur wenig Fasern aus L₄ erhält, dagegen proximal noch aus D₁₂ verstärkt wird, ein Doppelursprung aus L₃ und L₂ zur Beobachtung kommen können. Ist L₅ der N. furcalis, oder stehen die beiden Plexushälften kreuzweise in Verbindung, so tritt die Wurzel aus L₄ mehr in den Vordergrund, die aus L₃ ist schwächer, kann auch ganz fehlen, oder (einmal) es schickt auch L₅ noch ein Fädehen zum Obturatorius accessorius (Fig. 27).

Die Lage der Wurzeln zu denen des N. obturatorius und des Cruralis verdient erwähnt zu werden, da hierüber aus den von mir benutzten Werken kein Aufschluss zu erhalten war. Schwalbe bildet den N. obturatorius accessorius dreimal verschieden ab. Auf Fig. 483 (l. e. pg. 946) hat er 3 Wurzeln, deren erste von der Dorsalfläche der ersten Obturatoriuswurzel, deren zweite von der ventralen Fläche der vereinigten ersten und zweiten Obturatoriuswurzel, deren dritte von der Ventralfläche des 4. Lenden-

nerven (ventral zum N. obturatorius verlaufend) kommen. So liegt der Ursprung niemals, sondern man verfolgt bei sauberer Präparation die Wurzeln stets auf die ventrale Fläche der Wurzeln des Cruralis, aber zwischen diese und die des Obturatorius, jedenfalls dorsal zu dem letztern. So giebt es auch die Abbildung nach Hirschfeld und Leveillé Fig. 485 (pg. 949) wieder, nur ist der Nerv da nicht weiter bezeichnet und mit dem distalen Psoasast des Cruralis in Verbindung gelassen. Fig. 486 nach Schmidt) ist nicht genügend klar im Druck, um genaues erkennen zu lassen.

Der fertige Nerv ist zunächst gewöhnlich nur durch ganz lockeres Bindegewebe dem Anfange des eigentlichen Obturatorius angeschlossen, doch nur bis zum Abgange des letztern in das kleine Becken, bleibt von da an dicht am Rande des Psoas maior und an der Linea terminalis, gedeckt von der Fascia iliaca und der Sehne des Psoas minor, bohrt sieh am Pecten pubis unter die Fascia ileopectinea, giebt unmittelbar danach die Hüftgelenkzweige ab und schiebt sich unter den lateralen Rand des M. pectineus, nun mit dem N. obturatorius zu anastomosiren. Ist er nur schwach, so lassen sich nach der Anastomose seine Fasern nicht weiter verfolgen; bei einigermassen kräftiger Bildung jedoch schickt er gewöhnlich vor der Anastomose einen Zweig in die Unterfläche des Pectineus. Nach der Anastomose, die mehr einer Verflechtung mit den Obturatoriusfasern gleicht, werden je nach der Stärke des Nerven entweder nur Adductor longus oder auch noch Gracilis und Adductor brevis von ihm mitversorgt.

Abweichungen von dem beschriebenen Verlaufe des N. obtnratorius accessorius sind einige in der Literatur verzeichnet, die ich zum Theil durch eigne Befunde bestätigen kann. Hen le eitirt eine Beobachtung von G. H. Meyer, wo auf der einen Seite ein regnlärer Obturatorius accessorius vorhanden war, während auf der andern der Nerv vor dem Pecten ein Bündel abspaltete, das in zwei Zweige zerfiel, wovon einer unter den Pectineus an den Adductor brevis trat, der andre sich mit dem hoch oben vom Cruralis abgegangnen N. peetineus vereinigte. Nach Pokorny soll sich der Nerv zweimal aus dem Pectineus weiter zu dem Mm. adduct. longus und brevis begeben und mittelst seines stärksten Astes mit dem N. genitocruralis in einer Schlinge verbunden haben. — In einigen meinen Fälle kommt der Obturatorius accessorius vom N. obturatorius und zwar von der Wurzel aus L., nimmt an dem Peeten ein Faserbündel des N. cutaneus fem. medialis auf, nachdem er diesem kurz vorher einen Zweig zugesandt hat, und versorgt dann auf seinem Wege Pectineus, Adductor longus und Gracilis (Fig. 15). Die wechselude Lagebeziehung zur Fascia iliaca hat Henle ebenfalls schon erwähnt. Der Nerv kann dem Obturatorius auf längere Strecke an-

geschlossen sein und liegt dann ausserhalb der Fascia iliaca, auch über (medial von) der Sehne des Psoas minor.

Ein Umstand, der gewiss in vielen Fällen das Vorhandensein eines N. obturatorius accessorius übersehen lässt, ist sein gelegentlicher Verlauf, gleich vom Ursprung an, durch das Fleisch des Psoas, aus dem er meist erst ziemlich kurz vor dem Pecten anstritt. Manchmal ist er in zwei Portionen gespalten, deren eine (proximale) durch den Psoas geht, während die andre den regulären Weg nimmt. — Zu Verwechslungen mit einem N. obturatorius accessorius können bei oberflächlicher Untersuchung entweder ein dünner Lumboinguinalis, der hin und wieder unter der Fascia iliaca medial vom Psoas maior zur Fossa ovalis femoris herabsteigt, oder ein langer Muskelzweig in den distalen Teil des Psoas Veranlassung geben, zumal letzterer wirklich manchmal auf eine Strecke dem Obturatorius accessorius oder dem eigentlichen Obturatorius angelagert ist.

Hinsichtlich des morphologischen Wertes des in Rede stehenden Nerven ist meines Wissens bisher noch keine Ansicht geäussert. Ich glaube sein Homologon bei den Urodelen gefunden zu haben. Dort spaltet sich nämlich von dem ersten Nerven des (aus drei Spinalnerven zusammengesetzten) Plexus lumbosacralis ein Ast ab, der seinem Innervationsgebiet nach als N. obturatorius bezeichnet werden kann und wieder in drei Zweige zerfällt. Der erste geht mit dem zweiten durch die Bauchwand über den Lateralrand des Pubicum proximal bezw. medial auf die Dorsalfläche des Schenkels, wo jener in der Haut, dieser in drei als Adductoren wirkenden Muskeln endet; der dritte schwache Zweig dagegen gelangt als echter Obturatorius durch das kleine Foramen obturatorium des Pubicum an einen tief gelegenen Addu-Obsehon ieh nun eine Anastomose zwischen dem zweiten und dritten Zweige nicht gesehen habe, scheint mir doch die ganze Anordnung dafür zu sprechen, dass der zweite Zweig als Homologon unsres N. obturatorius accessorius (mit Einschluss des N. peetineus) aufzufassen ist, der nur relativ mehr Fasern in sich vereinigt, als beim Menschen, indes der eigentliche Obturatorius weniger enthält. Doch sehen wir ja auch beim Menschen den Obturatorius accessorius gelegentlich so stark, dass er alle Adductoren ausser den M. obturatorius externus und Adductor magnus versorgt,

N. cruralis.

Bei der Säuberung des geschlossenen N. cruralis fällt sofort der deutlich spiralige Verlauf der Faserbündel in die Augen und zw. ist die Spirale der rechten Seite links, die der linken rechts gedreht. Die distale Extremität führt bekanntlich

zum Uebergang aus der nrsprünglichen, embryonalen Stellung in die definitive ganz die gleiche Drehung aus, so dass man wohl an eine Abhängigkeit der Torsion des Nerven von der der Extremität denken kann. Die beiden andern grossen Nervenstämme des Plexus lumbosacralis, Tibialis und Peroneus, zeigen übrigens die gleiche Erscheinung. — Die Torsion des Cruralis beträgt vom Plexus bis zum Arcus eruralis etwa 90°, sodass also die Fasern, welche am Plexus den Nerven proximal begrenzen, am Arcus ventral und etwas medial liegen. Ich halte diese Eigenthümlichkeit der Erwähnung wert, weil eine Gruppirung der Endäste des Cruralis nach morphologischen Gesichtspunkten, wie wir finden werden, nur unter Berücksichtigung derselben möglich wird.

Die Frage, ob L₁ konstant Fasern in den Cruralis gibt oder nicht, erledigt sich von selbst durch die Thatsaehe, dass der Cruralis in gleichem Masse wie der Obturatorius in seinem Ursprunge eine unmittelbare Abhängigkeit von der Gestaltung des lumbosakralen Ueberganges dokumentirt. Ist L₅ N. furcalis, so ordnen sich die Wurzeln L₄ L₅ L₂, aus L₁ kann ein dünnes Fädchen hinzutreten, aber einmal fehlte die Ansa lumb. I ganz, in andern Fällen diente sie nur der Zuführung von Fasern in den Genitocruralis. Bei Ueberkreuzung aus L₄ u. L₅ wird zunächst die Wurzel aus L₂ stärker als die aus L₅, die aus L₁ fehlt etliche Male, wir erhalten also die Formel L₄ L₅ L₂ (L₁). Bei normalem N. furcalis entspringt der Cruralis aus L₄ L₄ L₄ L₄ L₄, wenn das lumbosakrale Uebergangsbündel weniger als ein Viertel von L₄ beträgt, darüber hinaus bis zu drei Vierteln aus L₅ L₄ L₄ L₇, von da [an aus L₅ L₄ L₄ L₄ (D₁₂) — auch bei Ueberkreuzung aus L₅ und L₅. Es kann also bei normalem Bau des Plexus sowohl L₅ als L₄ die stärkste Wurzel liefern, je nachdem viel oder wenig aus L₄ an den Plexus ischiadicus abgegeben wird.

Es liegt nun nahe bei einem derartig zusammengesetzten Nerven wie dem Cruralis eine Auflösung in seine Komponenten zu versuchen, zumal durch die gelegentliche natürliche Aufspaltung des Nerven in mehre Bündel innerhalb des Psoas der Weg geebnet scheint. Das Resultat entspricht den Bemühungen insofern nicht, als es mir nie gelungen ist, eine Trennung der Einzelnerven bis in die Plexuswurzeln hinein auszuführen. Deshalb ist aber der Erfolg noch nicht vollständig negativ.

Dreht man nämlich den Cruralis soweit zurück, dass seine Faserbündel vom Plexus an parallel verlaufen, so liegen an dem aufgespaltenen Stamme zwei Schichten hintereinander, deren ventrale lateral den Cutaneus fem. medialis mit dem Nerven für den Peetineus, medial den Saphenus enthält, während die dorsale aus dem Cutaneus fem. anterior mit den Nerven für den Sartorius lateral und den Muskelästen für den

Quadriceps medial besteht. Diese beiden Schichten oder Hauptbündel entsprechen also nicht den beiden Rami terminales anterior und posterior, in welche die systematische Beschreibung den Cruralis einteilt, und die nach dem Gesagten je einen Theil der ventralen wie dorsalen Portion in sich begreifen. Ich stehe nicht an, trotz der mangelhaften Trennung die beiden Schichten als Ausdruck der Sonderung dorsaler und ventraler Elemente wie bei der wirklich ausführbaren Spaltung im Plexus ischiadicus anzusprechen, vornehmlich auch in Berücksichtigung des Umstandes, dass der auf Seite 285 aufgestellte Satz über die Beziehungen zwischen Muskel und Hantinnervation seitens dorsaler bezw. ventraler Plexusderivate hier uneingeschränkt Anwendung findet. An genannter Stelle habe ich die Grenzlinie des dorsalen und ventralen Innervationsgebietes an der Vorderfläche des Schenkels angegeben. Sie ist erst gewonnen durch die Auffaserung des Cruralis, wenigstens für ihre distalen zwei Drittel, während für das proximale die Betrachtungen, die bei den vorher besprochenen Nerven angestellt sind, massgebend wurden. Für ein Schema genügt schon eine Linie, die man von der Spin. ant. sup. ilei schräg herab zum Medialrande der Patella zieht, wenn dabei auch der dem dorsalen Innervationsgebiet zuzureehnende M. sartorius zum Theil medial von dieser Grenze verläuft. Lateral haben wir der Reihe nach an Hautnerven: die dorsale Hälfte des Ram. iliacus vom Ileohypogastricus, den lateralen Ast des Lumboinguinalis, den Cutaneus fem. lateralis und endlich den Cutaneus fem. anterior, alle über dem dorsal innervirten Tensor fasciae und Quadriceps. Im medialen ventralen Innervationsgebiet treffen wir nach einander den ventralen Theil des Ram. iliacus vom Heohypogastricus (+ Heoinguinalis), den medialen Ast des Lumboinguinalis, den Cutaneus fem. medialis und zuletzt noch am Unterschenkel medial herablaufend, den Saphenus; der auf den Schenkel herabsteigende Theil des Ileoinguinalis (Ram. ant.) und des Cutaneus n. obturatorii gehören selbstverständlich hierher.

Alle diese Hantnerven — abgesehen vom ersten, der auch für die Extremität nicht weiter in Betracht kommt, liegen über ventral innervirten Muskeln, den Adductoren. Von diesem Standpunkte betrachtet bietet die Abgrenzung der Hautäste in einen Cutaneus femoris anterior und medialis, deren Unsicherheit Henle hervorhebt, keine Schwierigkeiten, selbst wenn sich auf dem Schenkel Anastomosen zwischen beiden finden. Das ist eben eine spezielle Eigenthümlichkeit der Grenzgebiete.

Der M. sartorius erhält seinen Nerven stets vom M. cutanens fem. anterior, der Nerv für den M. peetineus dagegen kommt von den ventralen Theilen des Cruralis und zwar selten isolirt, allermeist mit einem Theile des Cutaneus fem. medialis, so-Abhandl. d. naturf. Ges zu Halle. Bd. XVII.

dass man seinen Anschluss an diesen Hautnerven geradezu typisch neunen kann. Sehr selten übernimmt der N. obturatorius allein die Versorgung und auch beim Bestehen eines Pectineuszweiges aus einem N. obturatorius accessorius fehlt der Hauptnerv aus dem Cutaneus fem. medialis gewöhnlich nieht.

Von den übrigen Aesten des Cruralis möchte ich hier nur einen hervorheben, der mir zuerst beim Gorilla auffiel und dort von mir als Ramus collateralis fibularis des Cruralis bezeichnet ist.*) Der Nerv ist beim Emporheben des Medialrandes des Vastus lateralis als langer dünner Zweig des Vastusastes in Begleitung einer kleinen Arterie ständig zu finden. Er verläuft unter dem Vastusrande, bohrt sieh distal durch die Verwachsung der Rectus- und Vastussehne und gelangt an das Kniegelenk in der Nähe des Patellarandes.

B. Plexus sacralis und coccygeus.

Der Plexus saeralis zerfällt nach der bisher üblichen Benennung in den Plexus ischiadieus und pudendalis. Für die Betraehtung des erstern dieser beiden ergiebt sich die Disposition von selbst durch die eingangs genauer geschilderte Spaltbarkeit der Plexuswurzeln in sekundäre ventrale bezw. dorsale Trunci, aus denen wiederum die Nerven für die ursprünglieh ventrale bezw. dorsale Muskulatur und Haut der Extremität hervorgehen. Zu den ventralen Derivaten sind 1. die Nerven für die Mm. rotatores, 2. der N. tibialis, 3. die Nerven für die Flexores eruris (ausgenommen das Caput breve bicipitis) zu zählen, während der dorsalen Hälfte 1. der N. glutaeus superior. 2. der Nerv für den M. pyriformis, 3. der N. glutaeus inferior, 4. der N. peroneus angehören. Der N. cutaneus femoris posticus schliesst sich weder der einen noch der andern Gruppe vollständig an, und mit ihm mag aus später näher zu bezeichnenden Gründen auch der N. cutaneus elunium inferior medialis (N. perforans ligamenti sacrotuberosi Schwalbe) behandelt werden.

Die hie und da ventilirte Frage, ob man den einen oder andern der genannten kleinern Nerven als selbständigen Zweig des Plexus oder als Ast des N. ischiadieus aufzufassen habe, findet ihre Erledigung in der nachfolgenden Beschreibung von selbst.

Eine natürliche Trennung des Plexus ischiadicus durch eine Portion des M. pyriformis begegnete mir im Ganzen 23 mal; davon entfallen auf die (19) Plexus mit abnormem N. furcalis aus L₅ und mit Ueberkreuzung aus L₄ und L₅ zehn, auf die (105) normalen Plexus nur zwölf u. s. w. nur auf solche, in denen der Zuschuss

^{*)} Das Gefäss- und periphere Nervensystem des Gorilla. Halle a. S. 1890.

aus L₄ an den Truneus lumbosacralis gering (½, ½, ½, ½, ½, ½, ½) war; auf die 3 Plexus mit Ueberkreuzung aus L₃ und L₄ kam ein getheilter. Die beiden Hälften des gleiehen Kadavers verhalten sich dabei oft verschieden. Eine bestimmte, gesetzmässige Beziehung zwischen Plexusaufbau und Theilung des Pyriformis habe ich bis jetzt nicht feststellen können, obwohl immerhin die relativ hohe Zahl gespaltener Plexus bei abnormem Plexusaufbau auffällig erseheint.

1. Die Nerven für die Mm. rotatores femoris (Fig. 2, 10, 12, 15, 16, 19, 25, 37).

Der Nerven für die Mm. obturatorius internus, gemellus sup. und inf., quadratus femoris wird zwar überall Erwähnung gethan, jedoch selbst in neuesten Auflagen noch derart unbestimmt, dass ich hier kurz eine Reihe älterer und neuerer Angaben zusammenstelle, um zu zeigen, wie gering die Wahrscheinlichkeit nicht nur für den Studirenden, sondern auch für den Anatomen von Fach sein muss, sich von den in Rede stehenden Nerven und deren Ursprung eine der Wirklichkeit entsprechende Vorstellung machen zu können. Wo es nicht besonders vermerkt ist, hat der betreffende Autor den peripheren Verlauf der Nerven richtig besehrieben.

Nach Luschka (l. c. pag. 177) geht sehr häufig aus dem N. glutaeus inferior ein Ast für die Auswärtsroller hervor, der aber vielleicht ebenso oft aus dem Plexus ischiadicus entspringt. Ein Zweig versorgt den M. obturator internus, ein zweiter die beiden Gemelli und den Quadratus. Sappey lässt den Nerven für den Obturator internus von der Vorderfläche der Spitze des Plexus sacralis kommen, der Nerv für Gemellus superior entspringt von der Ventralfläche des N. ischiadicus an dessen Austrittsstelle aus dem Becken; der Nerv für Gemellus inferior und Quadratus liegt neben dem vorigen und kreuzt wie dieser die Spina ischii. Krause (Lehrbuch pag. 909) äussert sich kurz: "Der N. ischiadicus geht — hinter den Mm. gemelli, obturator int, und quadratus fem, herab, ihnen Aeste gebend." Henle sagt ausführlicher (pag. 528): "Der N. glutaeus inf. giebt dem M. obturator internus einen Ast, der aber öfter auch selbständig aus dem Plexus sacralis oder aus dem Stamm des N. ischiadicus oder aus dem N. pudendohaemorrhoidalis entsteht." Weiter (pag. 532): "Aus dem Anfang des Stammes (des N. ischiadicus) entspringen zuweilen die Nerven zu den beiden Köpfen des M. obturator int. und zum Quadratus fem. Ferner giebt der Ischiadicus von der Incisura ischiadica aus oder noch oberhalb derselben Fäden zum Hüftgelenk." Und so im Schluss zusammenfassend (pag. 544): "Der M. obturator int. direkt vom Plexus ischiadieus oder vom N. glutaeus inf. oder vom N. pudendohaemorrhoidalis oder vom Stamm des N. ischiadicus. Den Quadratus fem. — versieht

der N. ischiadicus." In der Figur 290 (pag. 525) entspringt von der Ventralfläche der Schlinge aus L₄ + L₅ und S₁ ein Nerv, der im Foramen ischiad. mai. verschwindet. Die Bezeichnung fehlt, aber der Lage nach ist es der Anfang des Nerven für den Quadratus femoris. In Fig. 291 (pag. 528) ist ebenfalls ohne Benenmung ein Nerv gezeichnet, der vom Stamm des N. ischiadicus entspringt und auf die Dorsalfläche des Quadratus fem. herabläuft. Soll dies der Nerv für diesen Muskel sein, wie es dem Text nach scheinen könnte? Merkel hat in der neuen Auflage des Henleschen Atlas weder den Text noch die Zeichnungen geändert. Schwalbe ordnet (pag. 963) die fragliehen Nerven dem N. ischiadicus unter; sie können bald schon aus dem Plexus, bald mehr peripher aus dem N. ischiadicus sich ablösen. Im besondern kommt der Nerv für Obturator internus von der vorderen Fläche des Ischiadieus beim Austritt desselben aus dem Foramen ischiad mai., ebenso zweigt sich der Nerv für Gemelli und Quadratus fem. sehon beim Austritt des Ischiadicus aus dem Beeken vom Isehiadicus ab. Paterson verlegt im Text den Ursprung der Nerven für Gemelli und Quadratus fem. auf den Tibialis nach dessen völliger Bildung, in seinem Schema mehr auf die letzte Wurzel des Tibialis aus S, während der Nerv für Obturator internus, der stärkste der direkt vom Plexus entspringenden Muskelnerven, mit 2 unabhängigen Wurzeln vom Ursprung des 2. und 3. Sacralnerven kommen soll. Diese Wurzeln verlaufen in der Zeichnung zwischen denen des Cutaneus fem. posticus und denen des Pudendus dorsal zur letzten Tibialiswnrzel herab. leben lässt vom obersten Theil des Ischiadieus oder direkt vom Plexus (von der vorderen Fläche des Ischiadicus) zwei feine Aeste entstehen, einen zum Obturator int., den andern zu den Gemelli und dem Quadratus femoris. Nach Langer-Toldt (pag. 572) giebt der N. glutaeus inf. Zweige an den Glutaeus maximus, Quadratus fem. und Obturator int. Ebenso werden nach Panseh die Rotatoren öfters vom N. glutaeus inf. versorgt, während im Anhang (pag. 537) dem Obturator int. mit den Gemelli Zweige aus dem Plexus ischiadieus, dem Quadratus aus dem N. ischiadieus zugetheilt werden. Gegenbaur endlich bemerkt: "Ganz oben" — vom Plexus innerhalb der Beckenhöhle — "sehon löst sich ein Nerv für den Obturator internus, dann einer für die Mm. gemelli und für den Quadratus fem. ab. Sie verlaufen unter diesen Muskeln und seheinen zuweilen direct vom N. ischiadicus entsendet zu werden. Der Nerv für den M. obturator int. kommt aus einer Schlinge des 2. und 3. Sacralnerven. Er hat sich mit dem einwärts gewanderten Muskelbauehe von dem Nerven für die Mm. gemelli und quadrat. fem. getrennt." Auf der schematischen Figur des Plexus

lumbosacralis ist dagegen nur ein Nerv für Quadratus und Gemelli aus dem Anfange des Tibialisstammes gezeichnet.

Von einer Diskussion dieser verschiedentlich unter einander abweichenden Angaben glaube ich absehen zu können, wenn ich gleich hier feststelle, dass eine Versorgung der Rotatoren aus dem N. glutaeus inferior ebenso wie aus dem Pudendus niemals vorkommt, und dass die Patersonsche Zeichnung der Ursprünge des Nerven für den Obturator int. direkt falsch ist. So wird auch der M. quadratus fem. niemals von seiner dorsalen, sondern stets von der ventralen Fläche aus innervirt. Diese Nerven sind überhaupt ventral zu allen übrigen Plexusbestandtheilen gelegen, deshalb ist auch die Zeichnung der beiden proximalen Wurzeln des Pudendus in Sehwalbe's Schema des Plexus lumbosaeralis ungenau.

Die Ursprünge der Nerven in der Leiehe zu finden, hat nicht geringe Schwierigkeiten, jedoch lässt sich schon bei einigermassen sorgfältiger Sänberung der Ventralfläche des Plexus ein mehr oder weniger komplizirtes plattes Geflecht von Fasern. welche in spitzen Winkeln die des Tibialis überkreuzen und steiler als diese abwärts laufen, kurz vor dem Austritt des Ischiadicus aus dem kleinen Becken erkennen. An herausgeschnittenen Präparaten gelingt es dann, dieses Geflecht in seine einzlen Theile aufzulösen und von der Ventralfläche des Tibialis abzuheben. Die zum Theil sehr feinen Wurzelfäden sind leicht auf die Wurzeln des Tibialis zu verfolgen. Aus dem Geflecht entstehen ungefähr in der Höhe des Proximalrandes der Spina ischii 2 kräftige Nervenstämmehen, deren proximales bezw. laterales die Fasern für Quadratus fem. und Gemellus inferior führt, deren distales (mediales) den Obturator internus und Gemellus superior innervirt. Die unmittelbare Nachbarschaft des letztgenannten Nerven zum N. pudendus erklärt wohl am besten die Angaben von einer Versorgung des Obturator int. aus dem Pudendus. Ich möchte hier ausdrücklich bemerken, dass der Nerv für den Gemellus superior allermeist dem für Obturator int. angesehlossen ist, der Nerv für Gemellus inf. aber mit dem Nerven für Quadratus femoris verläuft. Beide Hauptnerven sind gewöhnlich völlig getrennt, nur in wenigen Fällen bildet sich zwischen ihnen, noch über dem Plexus ischiadicus, eine sekundäre Verflechtung dünnerer Fäden aus, von der sich dann die Nerven für die beiden Gemelli entwickeln. Seltener noch ist ein einfacher Uebergang des Nerven für Gemellus sup. in die Bahn des Nerven für Quadratus und Gemellus inferior. Im besonderen formen die proximal gelegenen Fasern des lateralen Nerven (für Quadratus) einen oder zwei Zweige für das Hüftgelenk, die distalen gehen in Gemellus inf. und Quadratus; dagegen innervirt die Hauptmenge der proximalen Fasern des medialen Nervenstämmchens den M. obturator int. Die mehr distalen Fasern bleiben dem Gemellus superior. Dies Resultat ist auffallend genug, denn es zeigt uns proximal an der Extremität gelegene Muskeln von distalen, distal gelegene dagegen von mehr proximalen Nerven versorgt. Ich theile hier nur die Thatsache mit: wir werden im Schlusskapitel mit ihr zu rechnen haben. Von dem Nerven für den Obturator int. sah ich ein paar mal einen kleinen Zweig abgespalten, welcher in die ausserhalb des Beckens gelegene Masse des Muskels eintrat; ausserdem finden sich an diesem Nerven regelmässig einige feine Fädehen für den Periost der Spina ischii.

Die Ursprünge der Rotatorennerven bekunden nun eine deutliche Abhängigkeit von der Lage des N. furcalis, und da die Anordnung der Wurzelfäden immer auf eine typische Grundform (etwa die eines W) zurückgeführt werden kann, vermag man bei der allmähligen Verschiebung des N. furcalis von L₅ gegen L₃ auch eine fortschreitende Verschiebung dieser Figur über die und auf den Plexuswurzeln zu konstatiren. Ist L5 der N. furcalis, so kommt der Nerv für Quadratus fem. aus S1 L₅, der für Obturator int. aus S₂ S₁ S₃; bei Ueberkreuzung rückt der Nerv für Quadratus etwas höher auf L₅ S₁, der für Obturat. int. auf S₁ S₂ S₃ resp. auf S₁ S₂ L₅ S₃; bei normalem N. furcalis, aber nur geringem Zuschuss aus L4 an den Plexus ischiadicus stammt der Nerv für Quadratus aus L₅ L₄ S₁, für Obturat. int. aus S₁ S₂ L₅ (S₃); sobald mehr als ein Viertel der Fasern aus L₄ für den Plexus saeralis abgespalten wird, erhält man für den Quadratus fem. L₄ L₅ (S₁), für Obturat. int. L₅ S₁ S₂ L₄ als ziemlich konstante Zahlen. Bei sehr kräftigem lumbosakralem Uebergangsbündel und bei Ucberkreuzung aus L3 und L4 bezieht der Quadratus seine Fasern nur von L4 L5, der Obturator int. von S₁ L₅ L₄ S₂. Immer ist dabei die Hauptwurzel des N. für Obturator int, um einen Spinalnerven weiter distal gelegen als die des Nerven für Quadratus fem.

Eine Eigenthümlichkeit im Ursprung des Qadratusnerven sei hierbei erwähnt. Seine Wurzeln aus dem Truncus lumbosacralis — $L_5 + L_4$ bei normalem, $S_1 + L_5$ bei verschobenem N. furcalis — sind gewöhnlich in drei Bündel zerlegt. Davon entspringt das mittle aus dem proximalen, das laterale und mediale aus dem distalen Komponenten des Truncus, sodass also diese letztern den proximalen Komponenten umgreifen. Diese sonderbare Lage des Ursprungs wird am deutlichsten, wenn man den Truncus lumbosacralis weit herab in den Plexus sacralis aufspaltet, oder auch in den Fällen, in welchen nur eine dürftige Portion aus dem letzten Nerven des Lendenplexus ins Becken geschickt wird. Diese giebt nämlich dann dem Quadratusnerven noch keine Fasern ab, sondern länft einfach zwischen dem lateralen und medialen

Wurzelbündel hindurch. — Ueber Beziehungen des Nerven für Obturator int. zum N. pudendus s. bei diesem. —

Der periphere Verlauf der Rotatorennerven ist im Ganzen von Schwalbe gut dargestellt. Der N. für Obturator int. geht dicht lateral zum Pudendohaemorrhoidalis aus dem Becken auf die Dorsalfläche der Spina ischii, giebt hier Periostzweige und den Nerven für Gemellus sup. in dessen Proximalrand ab und wendet sich dann durch das Foramen ischiadieum minus über den proximalen Rand seines Muskels auf dessen Beckenfläche, wo er mit Zweigen der A. pudenda interna unmittelbar unter der Faszie sich verteilt. Der Quadratusnerv tritt lateral zu dem vorigen aus dem Becken und gelangt zwischen Gemellus sup. und Sehne des Obturator int. einerseits, Hüftgelenk anderseits zu seinen Muskeln, die er von der Ventralfläche aus innervirt.

2. N. tibialis.

An diesem kräftigsten Nerven des Plexus zeigt die erste Wurzel d. h. das Bündel aus dem 4. Lendennerven bei normalem Plexusübergang eine eigentümliche Lage, sobald der Zuschuss an den Plexus ischiadicus überhaupt nur gering ist. Statt nämlich einfach den proximalen Rand des Tibialis zu bilden, laufen die Fasern des dünnen Stranges spitzwinklig über die der nächsten Wurzel hinweg in die ventrale Fläche des Tibialis und zum Teil direkt in die Wurzelfasern der Nerven für die Flexores cruris hinein. Dadurch wird im Verein mit dem Verlauf der übrigen Nervenbündel das Bild einer Torsion des Tibialisanfangs geschaffen n. zw. in gleichem Sinne wie die früher erwähnte des Cruralis.

Mehr noch als bei den kleinen Rotatorennerven wird am Tibialis eine Abhängigkeit des Ursprungs von dem normalen oder abnormen Bau des Plexus nachzuweisen sein. In der That stammt bei Verschiebung des N. furcalis auf L_5 der Tibialis aus S_2 S_1 L_5 S_3 (S_4), bei Ueberkreuzung zwischen L_5 und L_4 aus S_1 S_2 L_5 S_3 L_4 ; bei normaler Lage des N. furcalis verändert sich die Reihenfolge der Wurzelstärken mit der zunehmenden Mächtigkeit des Zuschusses aus L_4 an den Plexus sacralis in dem Sinne, dass die distal gelegenen Ursprünge schwächer werden oder ganz schwinden, indes die proximalen ihr Volum vergrössern. So erhält man allmählig folgende Formeln: S_1 S_2 L_4 S_3 — S_1 L_5 S_2 L_4 S_3 — S_1 L_5 S_2 L_4 S_3 — S_1 L_5 S_2 L_4 S_3 — S_1 S_2 S_3 S_4 S_4 S_5 . Zu dieser letzten Formel tritt auch noch S_4 hinzu, wenn eine Ueberkreuzung zweier N. furcales aus S_4 S_4 vorliegt.

Wenn also Paterson und Asp den Tibialis aus dem Truncus lumbosacralis, den ersten beiden Sakralnerven und gewöhnlich auch noch aus dem dritten entstehen lassen, so haben sie hauptsächlich nur Fälle vor Augen gehabt, in denen weniger als ²/₃ der Fasern von L₄ in den Truncus lumbosacralis eingegangen; denn darüber hinaus ergiebt eine sorgsame Präparation stets, dass von S₃ keine Fasern mehr in den Tibialis gelangen, sondern nur noch der N. pudendus beschickt wird.

3. Nerven für die Mm. flexores cruris. (Fig. 12 u. 16.)

Ebensowenig wie für die Nerven der Rotatoren ist es bisher für die der Flexores cruris (mit Ausschluss des Caput breve bicipitis) versucht worden oder gelungen, sie bis auf den Plexus zu verfolgen. Auch Paterson spricht nur davon, dass sie entweder als einfacher Stamm oder in einzlen Bündeln vom bereits gegeschlossenen Tibialis kommen. Es ist eine verhältnissmässig leichte Aufgabe, die hierzu gehörigen Stränge, die nur ganz locker dem Tibialis anliegen, bis an die Spitze des Plexus oder speciell des Tibialisdreiecks zu verfolgen. Erst da beginnen die Schwierigkeiten. Man muss den geflechtartigen Ursprung der Rotatorennerven je nach seiner Breitenentwickelung mehr oder weniger zurücklegen, um die Urspringe der Flexorennerven finden zu können. Sie sind zunächst als ganz flacher Plexus fest auf die, jetzt schon zu zwei starken sekundären Bündeln vereinigten Wurzelstränge des Tibialis aufgeheftet. Ihre Fasern kreuzen die des Tibialis spitzwinklig, jedoch weniger steil als die der Rotatorennerven. Am bequemsten lässt sich der Nerv für das Caput longum bicipitis ablösen. Er nimmt stets den distalen (medialen) Rand des Tibialis ein. Den Hauptteil seiner Fasern bezieht er aus S2 und S3, weniger aus S₁ (einmal auch ein Minimum aus S₄) bei abnormem Verhalten des N. furcalis, während bei normalen S2 die Hauptwurzel bildet, aber auch noch aus L3 ein geringer Zuschuss hinzutritt. Manchmal ist dem Nerven für den Biceps long, der für die proximale Hälfte des Semitendinosus angelagert; gewöhnlich aber schliesst sieh dieser dem Bündel der übrigen Flexorennerven an, die lateral-proximalwärts gerechnet folgendermassen nebeneinander geordnet sind: Semitendinosus proximal, Semitendinosus distal, Semimembranosus, Adductor magnus. Die beiden letztgenamten sind gewöhnlich wieder in einen Strang vereinigt. Bei diesen 4 Nerven gelingt die Lösung von den Tibialiswuzeln ungleich schwerer. Man ist fast immer genötigt, den Tibialis selbst etwas mehr auseinander zu nehmen, um die vielfach verflochtenen flachen Ursprünge der genannten Nerven abheben zu können. Dann aber erkennt man, dass bei abnormem N. furcalis der Semitendinosus besonders aus S1, weniger aus S2, der Semimembranosus und Adductor magnus aus L₅ und S₁ versorgt werden; bei normaler Lage des N. furcalis nehmen die Nerven dann noch Elemente der nächsthöhern Plexuswurzeln auf.

Es darf hierbei aber nicht unerwähnt bleiben, dass sehr oft speciell die Ablösung der proximalen Nervengruppen nur unvollständig gelingt, weil aus dem Ursprungsgeflecht sich lateralwärts noch Zweige in den distalen Teil des Tibialis begeben. Ich habe aus Mangel an geeignetem Material Versuche, den ganzen Tibialis aufzufasern, etwa wie W. Krause es mit dem Medianus gethan, bisher nur einige anstellen können, aber diese haben mir doch ein überraschendes Resultat hinsichtlich des Verbleibs der genannten Seitenzweige der Flexorennerven ergeben. Spaltet man nämlich den N. communicans tibialis vom Tibialis, so lässt er sich ohne besondre Schwierigkeiten bis in den Plexus ischiadicus hinein verfolgen. Er bildet da den Distalrand des Tibialis, im besondern die mediale Hälfte des distalen sekundären Truncus, der aus den beiden letzten Wurzeln entsteht. Die lateralen Zweige der Flexorennerven gehen nun alle in den Communicans. Ieh werde die Versuche, den ganzen Tibialis aufzutrennen, bei Gelegenheit noch fortsetzen, vorläufig aber möchte ich zu diesem Befunde nur bemerken, dass keine besondere Phantasie dazu gehört, in dieser engen Verbindung der Flexorennerven mit dem N. communicans tibialis der Bieepsnerv geht zum grössten Teil direkt aus dem Communicans hervor — eine ganz ähnliche und meiner Ansicht nach auch völlig homologe Bildung zu erkennen, wie sie der N. museuloeutaneus brachii aufweist, wenn er in der Bahn des Medianus verläuft. -

4. N. glutaeus superior.

Der N. glutaeus superior erhält seine Fasern von der Dorsalfläche der Peroneuswurzeln und zwar

Zuschuss aus L₅ S_1 L_4 (S_2) ,

bei normalem N. furcalis mit mehr als 1/4 L4 an den Plexus

ischiad. aus L₅ L_4 S_1 und L_4 L_5 S_1 , auch bei Ueberkrenzung zwischen L_3 und L_4 .

Das Vorwärtsrücken des Nerven ist also sehr deutlich in den einzlen Stadien ausgeprägt konform der proximalwärtsgehenden Verschiebung des ganzen Plexus. Neben ganz einfachen Ursprüngen begegnet man sehr komplizirten Verhältnissen, in denen der Nerv sich aus einem vielfach verflochtenen Plexus entwickelt. Stets ergiebt die Auflösung der Vereinigungsstelle der verschiedenen Wurzeln ebenfalls eine Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle. Bd. XVII.

Durcheinanderflechtung der Fasern. Die distale Wurzel verläuft nicht selten isolirt durch den M. pyriformis (s. d.)., um erst ausserhalb des Beckens sich dem Hauptstamme anzuschliessen. Das Vorkommen von Zweigen an den Pyriformis ist bei der Innervation dieses Muskels beschrieben. Einen Ast an den M. glutaeus maximus, wie ihn Krause (Varietäten) als in der Norm vorhanden angiebt, habe ieh bisher nicht finden können. Auch für die von Weber-Hildebrandt (citirt bei Henle) beobachtete Verbindung durch einen tiefern Zweig mit dem N. ischiadicus oder dem N. cutaneus fem. posticus oder mit beiden zugleich, ist mir kein Beispiel vor Augen gekommen. Versuche, die Nerven der einzlen Muskeln in dem N. glutaeus sup. zu isoliren und auf den Plexus zu verfolgen, scheiterten an dem geflechtartigen Bau des Nerven.

5. N. glutaeus inferior.

Der N. glutaeus inferior entspringt wie der vorige von den dorsalen Trunei der Plexuswurzeln in typischer Form. Seine Fasern anastomosiren vielfach unter einander und bilden so ein plattes Geflecht, welches dem Peroneusanfang eng anliegt und dessen Bündel spitzwinklig kreuzt. Die proximalen Ursprungsbündel sind von hinten her durch die distalen Ursprünge des N. glutaeus superior überdeckt. Die Hauptwurzel des Glutaeus inf. liegt stets um einen Spinalnerven weiter distal als die des glutaeus superior, und da der Nerv sich in derselben Weise wie der Letztgenannte mit der Verschiebung des N. furcalis proximalwärts bewegt, lassen sich seine Ursprünge leicht aus denen des N. glutaeus superior ableiten. Ist L_5 der N. furcalis, so kommt der Glutaeus inf. aus S_1 S_2 L_5 (nur einmal auch noch aus S_3), ebenso bei Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 ; bei normalem N. furcalis, aber geringem Zuschuss aus ihm an den Truneus lumbosacralis aus S_1 L_5 S_2 , endlich aus L_5 S_1 L_4 bei stärkerem Zuschuss und bei Ueberkreuzung zwischen L_3 und L_4 . Es lässt sich zugleich nachweisen, dass die distal gelegenen Theile des M. glutaeus maximus von weiter rückwärts entspringenden Nervenfasern versorgt werden, die proximalen dagegen auch von mehr proximalen.

Mit dem N. glutaeus inferior bezw. dessen distalem Ursprung ist oft ein Theil des N. cutaneus femoris posticus in Verbindung, doch allermeist so, dass er ohne Schwierigkeit isoliert werden kann. Wir werden das Nähere bei Besprechung des N. cutaneus fem. posticus auszuführen haben. — Alle Angaben über Innervation der Rotatorengruppe aus dem N. glutaeus inf. beruhen anf ungenauer Beobachtung, wie bei der Erörterung der Rotatorennerven gezeigt ist; denn niemals kann ein so ausgesprochen dorsales Plexusderivat wie der Glutaeus inf. einen Muskel der ventralen Gruppe versorgen.

6. Die Nerven für den M. pyriformis.

Die Innervation des M. pyriformis genau festzustellen, während Muskel und Plexus an Ort und Stelle belassen werden, ist selbst für einen geschickten Präparator schwierig und unter Umständen unmöglich, wie ich mich überzeugt habe. Deshalb gebrauchte ich, wo irgend es nicht etwa schon zu spät war, die Vorsicht, nach Durchschneidung der Plexuswurzeln den ganzen Muskel an Ursprung und Ansatz abzulösen und mit dem Plexus zugleich aus der Leiche zu entfernen. Dabei erhielt ich mit Sicherheit selbst die feinsten Nervenfäden, auch in allen Fählen, wo der M. pyriformis den Plexus theilte, denn der Muskel wurde erst bei der Präparation unter Wasser behutsam vom Plexus abgehoben. So konnten mich auch die zahlreichen kleinen Blutgefässe dieser Gegend niemals irre führen, die oftmals erst aus der Plexusplatte heraus an den Muskel treten.

Beim Vergleichen der vorhandenen Angaben mit meinen Befunden stellt sich heraus, dass dem Pyriformis durchweg zu wenig Nerven zugetheilt worden sind, ausser bei älteren Autoren (Weber-Hildebrand), welche mehrere Fäden aus S₁, S₂ und S₃ die Innervation besorgen lassen. Henle erwähnt nur einen Nerven von der Hinterfläche des S₃, Schwalbe einen aus S₂ und daneben zuweilen einen accessorischen Faden aus dem von S₂ abzuleitenden Theile des N. glutacus superior. Sonst findet sich häufig nur der Zweig aus dem N. glutaeus sup. genannt. Neuerdings hat dann Paterson den Nerven aus dem Ende des dorsalen Truncus von S₂ vor der Vereinigung mit dem Peroneus beschrieben und gezeichnet (und nach ihm Gegenbaur in seinem Schema).

In der Hauptsache liefern die dorsalen Trunci von S₁ und S₂ die Nerven für unsern Muskel. Ein Einfluss der Lage des N. furcalis auf den Ursprung dieser Nerven ist hier viel weniger deutlich zu bemerken als sonst. Denn obgleich in den abnorm gebauten Plexus S₂ die grössere Fasermenge zubringt, handelt es sieh doch dabei zumeist auch um Wirbelsäulen mit 18 Dorsolumbarwirbeln. Da kann der Muskel sogar ganz von S₂ versorgt werden. S₁ wird auch in dem normalen Plexus erst zum Hauptnerven für den Pyriformis, wenn L₄ mehr als ein Viertel seiner Masse an den Plexus ischiadicus schickt, und übernimmt dann ebenfalls oft allein die Innervation. Hier, aber auch schon vorher, leistet L₅ gelegentlich einen geringen Zuschuss. sehr viel seltner dagegen kommt ein minimales Fädehen aus S₃ zur Beobachtung.

Oft entspringen die Nerven direkt aus den dorsalen Truncis entweder als ein oder zwei stärkere Stämmehen oder als ein Büschel feiner Fäden. Sie bilden häufig innerhalb des Muskels noch mehrfach untereinander anastomosirende Schlingen. Ein

Theil der Fäden kann, besonders wenn aus S_1 und L_5 noch Fasern bezogen werden, der letzten Wurzel des N. glutaeus superior anf eine Streeke verbunden sein. Selten geht ein kleiner Zweig erst vom Anfang des N. glutaeus inf. ab. Mehrere Male wurde ich durch einen kräftigen Nerven überrascht, der die Muskelmasse des Pyriformis durchsetzte, auf diesem Wege ein Anzahl Pyriformisnervehen abgab und zuletzt sich dem N. glutaeus superior anschloss. Eine solche ziemlich kurze und versteckt verlaufende Schlinge veranlasst bei oberflächlicher Präparation leicht zu der falschen Annahme, dass es sich hier lediglich um einen starken Pyriformisnerven handle (Fig. 3, 8, 30, 34). — Auch im Falle der Pyriformis vom N. peroneus in 2 Portionen zerlegt wird, erscheinen die Nerven meist an der gewöhnlichen Stelle als am weitesten dorsal gelegene Plexusderivate. Etliche Male jedoch erhielt die ventrale Portion des Muskels ihren Nerven von der ventralen Fläche der dorsalen Trunci; der Nerv lag also zwischen Peronens- und Tibialisursprung. Einmal auch ging bei gespaltenem Pyriformis der regulär entspringende Nerv vor der Ursprungspartie der ventralen Portion steil herab und gelangte erst um deren Distalrand zur dorsalen Muskelhälfte.

7. N. peroneus.

Der Ursprung des N. peroneus wird von Paterson vom 4. Lumbar- bis 2. Sacralnerven gerechnet, während Asp S, mur selten betheiligt gefunden hat. Der Letztere untersuchte augenscheinlich mehr Plexus, in denen sich über die Hälfte des 4. Lendennerven an den Plexus sacralis begab. Für solche Fälle notire ich den Ursprung der Wurzelstärke nach aus L₅ L₄ S₁. Bei Ueberkreuzung aus L₃ und L₄ nimmt diese Formel noch L₃ an letzter Stelle auf. Bei Verringerung des lumbosacralen Zusehusses aus dem normalen N. furcalis dagegen ist eine Wurzel aus S. konstant vorhanden, allerdings zunächst noch von grosser Zartheit und mit der letzten Wurzel des N. glutaeus inferior vereinigt, unter dem sie dann den Distalrand des Peroneus als feines Fädchen erreicht, sodass also der Peroneus in solchem Falle aus L₅ S₁ L₄ S₂ oder aus L₅ S₁ S₂ L₄ stammen kann. Bei Ueberkreuzung aus L₄ und L5 rückt der Ursprung auf S1 L5 S2 (L4) und bei Verschiebung des N. furealis auf L₅ betheiligt sich S₂ gelegentlich stärker als L₅, einmal kam sogar noch ein Fädehen aus S₃ hinzu, sodass die Wurzeln sich S₁ S₂ L₅ (S₃) folgen. — Bei der Bestimmung der Stärke der Peroneusursprünge hat man natürlich die dem Peroneus dicht aufliegenden und etwas umständlich davon zu isolirenden Wurzeln des N. glutaeus inferior abzuziehen.

Vergleicht man Peroneus und Tibialis in den entspreehenden Stadien, so sieht

man immer die Hauptwurzel des Peroneus um einen Spinalnerven weiter proximal gelegen als die des Tibialis in demselben Plexus.

Dem Peronens war in einigen wenigen Fällen auf eine Strecke eine dünne Portion des N. cutanens femoris postiens u. zw. ein N. clunium inferior angeschlossen, liess sich aber stets ohne Mühe rückwärts auf den Plexus verfolgen. Dagegen habe ich den Nerven für den kurzen Bicepskopf stets vergeblich abzuspalten gesucht; es ist unmöglich, ihn weiter als bis in die Höhe des Tuber ischii frei zu legen.

8. N. cutaneus femoris posticus (Fig. 7, 8, 9, 11, 27).

Der N. cutanens fem. postiens verlangt eine gesonderte Behandlung, da er sich nicht einfach unter die ventralen oder dorsalen Plexusderivate unterbringen lässt, sondern Fasern aus beiden Schichten in sich vereinigt. Ich habe deshalb schon in meiner vorläufigen Mittheilung vorgeschlagen, den von Luschka diesem Nerven beigelegten Namen "N. cutaneus femoris posticus communis" wieder aufzunehmen, da mir eine Zusatzbenennung nothwendig erscheint, um auf die Eigenthümlichkeit seiner Konstitution hinzuweisen.

Vor dem Bekanntwerden der Spaltbarkeit des Plexus in Dorsal- und Ventralhälfte hatte man sich darauf beschränkt, einfach durch Säuberung der gröblich freiliegenden Nervenbündel den Ursprung des Nerven von der hintern Fläche des Plexus festzustellen. Dass der Ursprung geflechtartig gestaltet sei (Henle, Merkel) und distal vom N. glutaeus inferior liege (Schwalbe), war dabei auch ohne Mühe zu erkennen. Diese Angaben sind wohl für die einfache deskriptive Anatomie ausreichend, können aber bei Betrachtung des morphologischen Wertes und bei vergleichend anatomischer Untersuchung der Plexusderivate nicht bestehen bleiben. Sobald man einen Plexus sacralis aufspaltet oder einen durch den M. pvriformis getheilten Plexus bearbeitet, wie es Paterson und Asp gethan, muss ohne Weiteres die Verschiedenheit der Wurzeln des N. cutaneus fem. posticus auffallen, denn in dem letztgenannten Falle bleibt die ventrale Wurzel des Nerven immer ventral zum vorderen Bauch des Pyriformis orientirt, während nur die dorsale Wurzel mit dem Peronens durch den Pyriformis hindurchgeht. So finde ich es wenigstens in 23 natürlich gespaltenen Plexus. Anderseits macht sich, sobald man in Erwägung über die Verbreitungsbezirke der dorsalen und ventralen Plexusderivate eintritt, wie Paterson, doch die Ueberlegung geltend, dass die Haut über Muskelgruppen, die von dorsalen Nerven versorgt werden, nothwendig auch dem dorsalen Innervationsgebiet angehören muss und vice versa. Die Gruppe der Gesässmuskeln bezieht ihre Nerven aus der dorsalen Plexushälfte, die Nn. elunium inferiores sind, wie wir gleich sehen werden, ebenfalls dorsale Plexusderivate; der M. vastus lateralis und der kurze Kopf des Biceps werden von dorsalen Nerven versorgt, die darüber gelegene Haut ebenfalls. Dahingegen gehören die langen Flexores eruris ebenso wie die Adductores femoris dem ventralen Innervationsgebiet an, die entsprechende Hautpartie erhält ebenfalls nur ventrale Nerven. Die Grenze der beiden Gebiete ist durch eine Linie angegeben, welche vom Tuber ischii entlang dem distalen Rande des M. glutaeus maximus bis zur Insertion und von da abwärts medial am Capitulum fibulae vorüber auf den Unterschenkel läuft. — Paterson korrigirt sich übrigens in seiner Arbeit über die Lage der Extremitäten insofern, als er da den N. cutaneus fem. posticus nicht mehr für rein dorsal erklärt, sondern wenigstens für den Menschen als eine Komposition dorsaler (an die Gesässhaut) und ventraler Elemente (an den Schenkel). Diese Verbesserung ist aber noch keine durchgreifende, denn auch die Schenkelhaut erhält dorsale Zweige. Es scheint mir übrigens unstatthaft, beim Menschen den Cutaneus fem. posticus zu dem Plexus pudendalis zu rechnen, wie Paterson es thut. Zu einer solchen Ansicht können wir auch durch vergleichend anatomische Betrachtungen nicht genöthigt werden.

Die Abhängigkeit des Ursprungs unsres Nerven von der Lage des N. furcalis bedarf kaum der Erwähnung. Der Nerv schliesst sich darin den übrigen Extremitätennerven vollständig an. Daher erklären sich auch die Differenzen in den vorhandenen Angaben. So bezeichnet Luschka die zwei oberen, Krause selten auch den dritten. Schwalbe und Paterson den 2. und 3., Henle und Gegenbaur den 3. Sakralnerven und einen Ast des N. glutaeus inferior. Asp endlich den 1., 2. und oft den 3. Sakralnerven als Ursprungsgebiet. Das Gegenbaur'sche Schema würde dahin zu verändern sein, dass die distale Wurzel aus S3 dorsal zu dem N. pudendus gelegt wird. Denn die, wie oben bemerkt, überall verzeichnete Beobachtung, dass der Cutaneus fem. post. sich von der dorsalen Fläche des Plexus entwickle, ist zunächst als sicher zu betrachten.

Die dorsale Portion fällt am ersten ins Auge. Ihre Fasern sind zumeist auf grössere oder kleinere Strecke der letzten Wurzel des Peroneus oder des N. glutaeus inf. angeschlossen, wenigstens bei normalem N. furcalis. Sie können aber auch ganz unabhängig vom Anfang des betreffenden Spinalnerven entspringen und, besonders bei Verschiebungen des N. furcalis, auch noch aus der nächsten distalen Plexuswurzel verstärkt werden. Dies letztere geschieht immer, wenn ein isolirter N. perforans ligamenti sacrotuberosi (s. d.) nicht vorhanden ist. Nimmt man dazu den Umstand, dass ein Teil dieser Portion gelegentlich eine längere Strecke dem Peroneus

angelagert bleibt, auch noch Fasern aus ihm bezieht, dass ferner nur diese Portion bei natürlich gespaltenem Plexus mit dem Peroneus durch den Pyriformis geht, sie somit auch bei künstlicher Aufspaltung mit den dorsalen Trunci zusammenhangt, und dass endlich von ihr ausschliesslich Hautpartien über Muskeln, die von der dorsalen Plexushälfte versorgt sind, innervirt werden, so kann über die morphologische Dignität dieses Teiles des Cutaneus fem. post. meiner Ansicht nach kaum ein Zweifel bestehen. Im einzlen ordnen sich die Wurzelbündel der Stärke nach bei Verschiebung des N. furcalis auf L₅: S₃ S₂, bei Ueberkreuzung zwischen L₄ und L₅: S₂ S₃, aber auch schon S₂ S₁ (S₃), wie bei normalem N. furcalis mit ganz dünnem lumbosakralen Zuschuss, während mit wachsender Stärke dieses Zuschusses die Formel von S₂ S₁ auf S₁ S₂ und zuletzt auf S₁ S₂ L₅ übergeht; bei Ueberkreuzung zwischen L₃ und L₄ endlich rückt der Ursprung auf S₁ L₅ S₂.

Stellt man neben diese Reihe die entsprechenden Ursprünge der ventralen Portion des Cutaneus fem. post., so folgen aufeinander: S_3 S_4 S_2 — S_4 S_2 — S_2 S_3 (S_1) — S_2 S_1 (S_3) — S_1 S_2 . Wie man sieht, reichen die Wurzelbündel der ventralen Portion gewöhnlich (abgesehen von den letzten Stadien) um einen Spinalnerven weiter distal als die der dorsalen Portion. — Der Cutaneus fem. posticus communis als Ganzes betrachtet, ohne Berücksichtigung der Theilbarkeit in die beiden Portionen, zeigt uns in derselben Reihenfolge wie vorher die Formeln: S_3 S_2 S_4 — S_3 S_2 S_1 — S_2 S_3 S_1 — S_2 S_3 S_4 — S_3 S_2 S_4 — S_3 S_4 — S_5 S_5 S_6 — S_6 S_6 S_6 — S_6

Doch kehren wir zunächst zu der ventralen Portion zurück. Ihr Ursprung wird an einem nur oberflächlich gesänberten Plexus abgesehen vom Epineurium häufig noch durch die dorsale Portion vollständig bedeckt. Sie entwickelt sich an der Hinterfläche der ventralen Plexushälfte gerade da, wo einerseits die letzte Wurzel des Tibialis in den Plexus tritt, anderseits die proximalen Wurzeln des Pudendus aus ihm absteigen. Meist sind mehrere kleine Stämmehen aneinander geheftet, die sich dann nach kurzem Verlaufe der dorsalen Portion anschliessen. Nur bei vollständiger Entfernung des Epineurium sind die Quellen für diese Fasern zu bestimmen. Recht charakteristisch für ihre Zugehörigkeit zum Tibialisgebiet ist es, dass manchmal ein Bündel noch eine Strecke weit dem Distalrand des Tibialis angelagert bleibt oder daraus entspringt. Hin und wieder findet man auch eine dünne Wurzel, die von der Ventralfläche des Tibialis kommt. Doch erscheinen mir diese Varianten nicht so bedeutsam wie der Nachweis, dass die ganze ventrale Portion sich zusammen mit dem N. communicans tibialis aus dem Tibialis herauslösen lässt. Da-

durch erhält man zugleich eine Erklärung für die gelegentliche Erweiterung des Innervationsgebietes des Cutaneus fem. post. bis herab in das untre Drittel der Wade. — Im übrigen verteilt sich die ventrale Portion des Cutaneus fem. post. noch an die mediale hintre Partie des Oberschenkels und an das Perineum, u. zw. gelangen an Perineum und proximale Theile des Schenkels die distal entspringenden Fasern. In ühnlicher Weise gehen von der dorsalen Portion an die distalen Partien des Schenkels bezw. Gesässes hauptsächlich proximale Fasern und viee versa.

So sicher und klar nun aber die (dorsalen) Nervi cutanei elunium inferiores von dem (ventralen) N. cutaneus perinei zu trennen sind, so darf doch nicht übergangen werden, dass an zwei Stellen dersale und ventrale Fasern sich durch Anastomosen unlösbar verflechten. Das ist einmal in geringerm Grade der Fall zwischen dem lateralen und medialen Stamm des eigentlichen Cutanens femoris postieus. Man findet zwar nicht selten diese beiden in ganzer Länge isolirbar, meist aber tauschen sie nicht weit vom Plexus ein paar dünne Fasern aus. Viel komplizirter sind die verhältnissmässig zarten Nerven, welche die Haut in der Gegend des Tuber ischii versorgen, unter einander verbunden, ebenfalls sehon dicht am Plexus. Können nun diese Thatsachen einen Zweifel in der Annahme eines dorsalen und veutralen Abschnittes des Cutanens fem. post. begründen? Ich glaube nicht. Denn wir sehen ja an der Oberextremität, wo die Verhältnisse klarer liegen, in gleicher Weise Anastomosenbildung an den Grenzen der Innervationsgebiete nicht nur zwischen gleichwertigen, also rein ventralen oder rein dorsalen Nerven, sondern auch zwischen dorsalen und ventralen auftreten, wie z. B. zwischen dem N. radialis und Cutaneus lateralis oder zwischen Radialis und Ulnaris. Auch in unsern Fällen handelt es sich um Nerven zu den Grenzen zwischen dorsalem und ventralem Innervationsgebiet.

Ueber den peripheren Verlauf der Aeste des N. cutaneus fem. post. comm. sei nur noch einer Eigenthümlichkeit des N. cutaneus perinei Erwähnung gethan. Bei seinem typischen Wege über das Tuber ischii medialwärts geschieht es nicht selten, dass er auf eine Strecke das Lig. sacrotuberosum in der Nähe von dessen Tuberinsertion durchbohrt.

Die Benennung der Hautnerven des untern lateralen Gesässgebietes, der Nn. cut. elunium inferiores, würde zweckmässig dahin zu vervollständigen sein, dass man in Rücksicht auf den Nerven an die mediale Gesässhaut, den gleich zu besprechenden sog. N. perforans lig. sacrotuberosi, ein spezifizirendes "laterales" anhängt. Auch die Nerven der Schenkelhaut zerfallen gemäss ihrer Spaltbarkeit in einen N. eutan. fem. post. lateralis und medialis; von dem Anfange des letztern wendet sich der N. eut. perinei lateralis medialwärts gegen den Damm.

9. N. perforans ligamenti sacrotuberosi (Schwalbe.)

Der N. perforans lig. sacrotuberosi gehört zu den wenig bekannten Hautästen des Plexus sacralis trotz seines häufigen Vorkommens und seines gut umgrenzten Verbreitungsgebietes. Schwalbe gebührt das Verdienst, wieder auf ihn aufmerksam gemacht zu haben, nachdem er, wenn auch unter anderm Namen von Voigt 1864 zuerst beschrieben worden war. Schwalbe weist darauf hin, dass die von ihm reproduzirte Figur der Dammnerven aus Hirschfeld und Leveillé die peripheren Aeste des Nerven ohne Bezeichnung enthält, und behandelt den N. perforans als Theil des N. pudendohaemorrhoidalis. Danach entsteht er aus dem letztern entweder schon innerhalb der Beckenhöhle oder beim Austritt des Pudendus aus dem Foramen ischiadicum maius, und ist auf Fasern aus S₃ und S₄ zurückzuführen. Er geht durch die Mitte des Ligamentum sacrotuberosum schräg von innen nach aussen. Bardeleben, der Schwalbe's Angaben folgt. lässt den Perforans ganz zu Anfang aus dem N. pudendus entspringen und sich an die mittlere mediale Gegend des Gesüsses verbreiten. Voigt hatte den Nerven als grössten aus der Gruppe der Nn. cutanei perforantes, welche den vorderen Aesten der 3.—5. Sacral- und der beiden Steissnerven entstammen, herausgehoben, seinen Ursprung aus S3, mehr noch aus S4 festgestellt und ihm den Namen "N. cutaneus clunium internus superior" verliehen. Er sollte gewöhnlich den verschmolzenen Theil der Ligg. sacrotuberosum und sacrospinosum durchbohren, den untern Rand des M. glutaeus max. umschlingen und mit seinen Aesten anf- und abwärts verlaufen, um in einer "flügelartigen" Hautpartie medial über dem Gesäss zu enden. Voigt trennt den Nerven ausdrücklich von den übrigen Nn. perforantes, die sich in der Haut der Gesässrinne um das Steissbein herum vertheilen (s. Plex. coccygens), rechnet ihn aber mit diesen zum unteren Verästelungsgebiet des Beckens. Setzen wir diese letzte Behauptung vorläufig bei Seite, so ist das thatsächliche Verbreitungsgebiet unseres Nerven von Volgt recht gut angegeben. Es fragt sich nur, ob der N. perforans der beiden Autoren Voigt und Schwalbe der gleiche ist, ferner, welchen von beiden angegebenen Wegen der Nerv nimmt, um an die Gesässhaut zu gelangen; drittens, ob die mit Bestimmtheit nungrenzte Hautpartie auch stets von dem in Rede stehenden Nerven versorgt wird. — Die erste Frage würde wohl insofern zu bejahen sein, als beide Autoren den Ursprung des Nerven auf S3 und S4 verlegen; doch ist es mir sehr zweifelhaft, wird wenigstens aus der Beschreibung nicht klar, ob Voigt den Nerven auch vom N. pudendus abgehen sah. Bezüglich des Weges haben Beide Recht, denn der Nerv kann nach meinen Beobachtungen sowohl durch das Lig. sacrotuberosum als zwischen diesem und dem Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle. Bd. XVII. 42

Lig. sacrospinosum verlaufen, ausserdem aber finde ich ihn auch noch einfach dorsal zum Lig. sacrotuberosum, sodass er also nicht das Ligament, sondern die von demselben entspringende Portion des M. glutaeus maximus durchbohrt. — Zur Beantwortung der dritten Frage können wir die beim Lendengeflecht citirten Auslassungen Voigt's heranziehen, nach denen die Nervenendbezirke immer dieselben bleiben, die dahin gelangenden Nervenfasern aber verschiedene Wege einschlagen können. An der "flügelartigen" Hautpartie des Gesässes lässt sich dies recht gut demonstriren, denn abgesehen davon, dass der Nerv dieses Gebietes keineswegs immer ein Perforans ist, laufen seine Fasern bald ganz oder theilweise in der Bahn des N. eutaneus fem. post. d. h. mit den Nn. clunium inferiores, bald erscheinen sie zu einem Theile in einem isolirten N. perforans coccygeus maior, bald entsteht der Nerv ganz oder zum Theil aus dem Anfange des N. pudendus.

Bei solcher Veränderlichkeit müssen wir wohl die einzelnen Fälle etwas näher ins Auge fassen. — Was zuerst die Bezeichnung "N. perforans lig. sacrotuberosi" anbetrifft, so passt sie nur, wenn der Nerv wirklich das Ligament durchbohrt. Das kommt nun ziemlich häufig zur Beobachtung, und der Nerv läuft dann gewöhnlich neben einem Aste des A. pudenda durch einen (bis 15 mm) breiten, glattwandigen Kanal*) ungefähr 2 cm lateral vom Steissbeinrand im Lig. sacrotuberosum, meist durch dessen ganze Breite, um sich am Distalrand aufwärts zu wenden. Der Nerv bricht aber vielleicht ebenso oft zwischen den Ligg, sacrotuberosum und sacrospinosum nach aussen durch, entweder allein oder mit einem Bündel des N. pudendus für die Haut des Perineum oder mit dem N. haemorrhoidalis. Er verdient dann seinen Namen ebensowenig, wie wenn er dorsal zu dem Lig. sacrotuberosum durch den Ursprung des M. glutaeus maximus verläuft. Ausserdem aber giebt es noch andere Nerven, welche gelegentlich das Lig. sacrotuberosum durchsetzen, so z. B. der Ram. perinealis des Cutaneus fem. posticus nahe am Tuberansatz des Bandes, oder die in einem gemeinsamen Stamm zusammengefassten Nn. sacrales posteriores nahe am Sakrum. Aus diesem Grunde und zugleich wegen seiner engen Beziehungen zu den Nn. cutanei clunium inferiores, wie wir gleich sehen werden, halte ieh es für richtiger, den Nerven nach seinem Endgebiet als "N. cutaneus clunium inferior medialis zu bezeichnen, ein Name, der über den Verlauf nichts präjudizirt. Für die weitere Beschreibung hier mag vorläufig der Name "perforans" beibehalten werden.

Unter 34 speciell daraufhin bearbeiteten Plexus fanden sich nun 22 selbständige

^{*)} Der Kanal kann auch für die Arterie allein vorhanden sein, ohne dass ein Nerv sie begleitet.

Nn. perforantes verschiedenen Durchgangs, wie eben beschrieben, aber ziemlich gleichwerthig im Verbreitungsgebiet. Zur Feststellung der Identität dieser Perforantes mit den in Frage kommenden Nerven Voigt's und Schwalbe's kann ieh mich natürlich nur genau an die gegebenen Beschreibungen halten, und danach würde Schwalbe's Perforans unter dieser Zahl nur dreimal vertreten sein, Voigt's Nerv aber zu einer ganz anderen Gruppe, den Nn. perforantes coccygei, gerechnet werden müssen, die unter die 22 nicht mit einbegriffen sind. In den Fällen, wo der Nerv in Uebereinstimmung mit Schwalbe zu dem N. pudendus gehört, entspringt er zweimal von dessen Anfang, und zwar dorsal, einmal löst er sich von einem Aste des Pudendus, während dieser das proximale Ende des Lig. sacrotuberosum durchbohrt (Fig. 3, 11). Bei allen dreien bezieht er seine Fasern aus S2 und S3, nicht aus S4. Sämtliche übrige Fälle lassen den Perforans bis auf die Plexuswurzeln weit proximalwärts verfolgen und leicht von der Nachbarschaft isoliren. Der Nerv läuft stets dorsal zum Plexus und zeigt im Ursprung deutlich die Abhängigkeit von der Versehiebung des N. furcalis, indem seine Fasern bei abnormem N. furealis (L₅) hauptsächlich aus S₃ abzuleiten sind, ebenso bei normalem Plexusübergang mit geringem lumbosacralem Bündel des L₄. Je stärker dann das letztere wird, um so bestimmter rückt der Ursprung des Perforans auf S2. Ein einfacher Ursprung aus S2 bezw. S3 scheint ebenso häufig vorzukommen, als ein doppelter aus S_3 S_2 bezw. S_2 S_3 . Nur einmal trat auch ein minimales Faserbündel aus S, hinzu (Fig. 8). Sonst beobachtete ich noch an dem Nerven mehrere Male eine Abspaltung kleiner seitlicher Zweige innerhalb des Beekens, die lateral vom Hauptnerven das Ligam, sacrotuberosum durchsetzten (Fig. 13). — Einmal sah ich ausserhalb des Beckens eine Anastomose zwischen einem Zweige des Perforans und dem Ramus perinealis pudendi.

Die Stärke des Nerven variirt ein wenig, aber innerhalb mässiger Grenzen. — Der typische Perforans meiner Beobachtung passt also nicht auf den Perforans Schwalbe's: doch bedeutet meiner Ansicht nach die Variante im Austritt aus dem Plexus keinen tiefern Unterschied, sondern es verlaufen in Schwalbe's Fällen einfach die Fasern noch bis zum Anfange des Pudendus in der letzten Plexuswurzel, in welcher ventrale und dorsale Elemente nur höchst unvollkommen getrennt werden können. Wie weit dabei noch ein innerer Zusammenhang zwischen Pudendus und Perforans ins Gewicht fällt, werden wir am Schlusse dieser Arbeit bei der Erörterung der Homologien zwischen Plexus- und Interkostalnerven erfahren. Zu den dorsalen Elementen müssen wir den Nerven, abgesehen von seinem Endgebiet, schon deshalb rechnen, weil er öfter innerhalb des Beckens der letzten Wurzel der dorsalen Portion

des N. cutaneus fem. posticus — speziell dem N. cutaneus elunium, der die Haut über der Mitte des Glutacus maximus versorgt — angeschlossen ist oder auch noch vor dem Austritt eine Anastomose an dieselbe sendet (Fig. 27, 9). Ganz direkt werden wir aber auf eine derartige Zusammengehörigkeit durch Befunde hingewiesen, wo auf der einen Seite ein typischer Perforans ausgebildet ist, auf der andern Seite derselben Leiche dagegen erst ausserhalb des Beckens sich vom N. cutaneus fem. post. ein Ast abspaltet, der dorsal vom Tuber oder vom Tuberansatz des Lig. sacrotuberosum unter dem Glutacus maximus wegzieht, um die gleiche Hautpartie wie der anderseitige Perforans zu versorgen. Es ist dann nicht schwer bei Auflösung des N. cutaneus fem. posticus die Identität der beiderseitigen Nerven auch im Ursprung festzustellen.

Nach diesen Auseinandersetzungen könnte es vielleicht scheinen, als ob Voigt irrthümliche Angaben über den Nerven seines "flügelartigen" Hautbezirkes gemacht hätte. Wir würden unserm Vorsatze untreu werden, wollten wir nicht versuchen zu vermitteln. Und die Einigung ist leicht zu Stande zu bringen, wenn beide Theile ein wenig nachgeben. Voigt's flügelartige Erweiterung seines sog. unteren Verästelungsgebietes des Beckens ist nämlich von geringerem Umfange als das Gebiet des Schwalbe'schen und unsres typischen Perforans. Den N. entan, elunium internus superior Voigt's, "den grössten der hauptsächlich an die Haut der Gesässrinne in der Umgebung des Steissbeins gehenden Nn. eutanei perforantes, fludet man in Plexus mit normalem N. furcalis, starkem Zuschuss aus L4 an den Plexus sacralis und mangelndem typischem Perforans am schönsten ausgebildet, besonders auch betreffs des Verbreitungsbezirkes (Fig. 6, 7). Mit starker Wurzel aus S4, schwächerer aus S3 und gelegentlicher kleiner Zugabe auch noch aus S2 stammend, bohrt sich dieser Nerv nach kürzerem oder längerem Verlauf über dem M. coccygeus durch diesen Muskel und durch das Lig. sacrospinosum, geht zwischen diesem und dem Lig. sacrotuberosum hindurch und steigt dann medial vom Tuber ischii um den Distalrand des M. glutaeus maximus herum schräg lateral aufwärts. Er versorgt den proximalen Theil der Gesässrinne durch kürzere Zweige, reicht aber lateralwärts nicht so weit auf das Gesäss, wie unser typischer Perforans, sondern wird da noch supplirt durch einen am Tuber aufsteigenden Zweig der Nn. eutan. elunium inf. Der Nerv ist schwach und greift nur wenig über die Gesässrinne hinaus, sobald ein kräftiger typischer Perforans vorhanden ist, auch rückt er bei abnormer Lage des N. furcalis mit seinem Ursprung mehr distalwärts, sodass die Fasern aus S₃ schwinden, dagegen aus S₅ neue hinzutreten. Das Verhalten zu den beiden Ligamenten ist kein konstantes; der Nerv

kann z.B. nur den Distalrand des Lig. saerospinosum durchbohren oder auch einfach distal um diesen Rand nach aussen gelangen.

Der ganzen Lage nach gehört der Nerv zusammen mit den Derivaten des Plexus coecygeus, den Nn. perforantes coccygei, und ist, gleichviel ob er sich mehr oder weniger weit in die Gesässhaut lateral erstreckt, stets als der erste, kräftigste dieser Nerven zu erkennen. Ich möchte ihn daher als N. perforans coccygeus maior bezeichnen (s. auch bei Plex. coccygeus).

Vergleiche ieh den von mir beim Gorilla beschriebenen Perforans mit den hier geschilderten Formen, so entspricht er am meisten dem Voigt'schen Nerven, denn er ist dort beiderseits zum Plexus coccygeus zu rechnen. Bei der geringen Entwicklung des Gesässes des Gorilla deckt sich das Verbreitungsgebiet allerdings nicht ohne weiteres mit dem unsres typischen Perforans, auch habe ich damals an dem abgehäuteten Thiere die Grenzen dieses Gebietes nicht genauer feststellen können.

10. Plexus pudendalis.

So leicht sich das Verbreitungsgebiet der dem Plexus pudendalis entstammenden Nerven von dem des Plexus ischiadicus abgrenzen lässt, so schwierig wird es die Ursprünge der beiden Geflechte von einander zu trennen. Wohl aus diesem Grunde hat Henle einfach einen N. pudendohaemorrhoidalis als Theil des Plexus saeralis angenommen, die Plexusbildung nur nebenbei berücksichtigend, während Andere, z. B. Schwalbe und Gegenbaur, bestimmt den Plexus sacralis in einen Plexus ischiadieus und pudendalis zerlegen. Im Hinblick auf die Verbreitungsbezirke wird man letzterer Ansicht beipflichten müssen; lösen wir aber das Geflecht am Ursprung nach Möglichkeit in seine Bestandtheile auf, so erscheint uns der Plexus pudendalis nicht einfach als unterer Anhang des Plexus ischiadicus (Hvrtl), sondern er ist in diesen ein Stück hineingeschoben. Nach Schwalbe besteht der Plexus pudendalis besonders aus S3 und S4, die durch eine Schlinge mit S5 verbunden sind, seltner kommt noch ein Zuschuss aus S2 hinzu. Gegenbaur rechnet S4, S5, C und Bestandtheile von S₂ und S₃, auch Henle giebt als proximale Grenze S₂ an und Asp, der eine Grenze zwischen Plexus ischiadieus und pudendalis in Abrede stellt, lässt den N. pudendus aus S3 und S4, bisweilen auch aus S2 entstehen. Der Hauptnerv des Geflechts ist der N. pudendohaemorrhoidalis, dessen drei Aeste von der Peripherie her meist leicht auseinander gelegt werden können. Dabei finde ich aber durchweg einen engeren Zusammenschluss des N. penis mit dem N. perinei, während der N. haemorrhoidalis sich, wie auch vielfach beschrieben, häufig sehon im Becken von den beiden andern

Ich habe deshalb im Folgenden einfach einen N. pudendus von einem N. haemorrhoidalis unterschieden. Der N. penis ist mit seinen Ursprüngen ventral zu denen des N. perinci, und dieser wiederum ventral zu den Wurzeln des N. haemorrhoidalis orientirt. Zugleich begreift der N. penis die am weitesten proximal, der N. haemorrhoidalis die am weitesten distal entspringenden Fasern in sich; der N. perinei, der stärkste von den dreien, wird meist aus allen in Frage kommenden Plexuswurzeln gespeist. Die Hauptwurzel stammt, wenn wir von dem ganzen N. pudendohaemorrhoidalis ausgehen, fast durchweg aus S3, ohne dass damit die Abhängigkeit des Ursprungs von der Lage des N. furcalis bezw. der Verschiebung des Plexus lumbosacralis in Abrede gestellt würde. Denn wir sehen bei sehr starkem lumbosaeralem Zuschuss aus dem normalen N. furcalis und bei Ueberkreuzung zwischen L3 und L4 die Hauptwurzel des Pudendohaemorrhoidalis auf S₂ rücken. Dazu kommen dann noch Beiträge aus S4, S3, S1, seltener noch aus L5, niemals aus S5. Im Einzelnen entspringt der N. pudendus bei abnormem N. furcalis (L5) aus S3 S4 S2 S1, bei Ueberkreuzung zwischen L4 und L5 und bei geringem Zuschuss des normalen N. furealis an den Plexus sacralis aus S₃ S₂ S₄ S₁, weiter mit wachsender Zuschussportion aus S₃ S₂ S₁ S₄, — S₃ S₂ S₁ L₅ — S₂ S₃ S₁ L₅, letzteres auch bei Ueberkreuzung zwischen L₃ und L₄. In gleicher Weise rückt der N. haemorrhoidalis von S₄ S₃ auf S₄ S₃ S₂ -- S₃ S $_4^7$ S $_2$ -- S₃ S $_2$ S $_4^7$ -- S₃ S $_2$. Das Vorwärtsrücken des N. pudendohaemorrhoidalis in Abhängigkeit von der Verschiebung des ganzen Plexus lumbosaeralis ist danach ebensowenig zweifelhaft, wie die konstante Betheiligung des 1. und 2. Saeralnerven an seiner Bildung. Die Wurzel aus S2 ist immer leicht nachzuweisen, die aus S1 allerdings in weit distal gerückten Plexus ebenso wie die aus L5 nur bei sauberer Ablösung der Ursprünge der Nerven für Obturator internus und Gemellus superior, denn sie steckt entweder zwischen diesen und den Tibialiswurzeln, oder ist direkt einem der ersteren oder auch einem Wurzelfaden des Nerven für den langen Bicepskopf angeschlossen und oft ausserordentlich zart. Diese erste Wurzel des Pudendus gelangt typisch in den N. penis. Die proximalen Ursprünge des Pudendus liegen stets ventral zur letzten Tibialiswurzel und nicht dorsal, wie Paterson und nach ihm Gegenbaur es zeichnen. Dadurch charakterisirt sich der Nerv als ventrales Plexusderivat, auch wenn S3 nicht mehr so deutlich wie die vorhergehenden Saeralnerven in dorsalen und ventralen Truncus zerlegbar ist.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass v. Jhering's N. bigeminus, "der erste Nerv des Plexus sacralis, der sowohl in den N. ischiadieus einen Ast sendet als in den N. bezw. Plexus pudendus", beim Menschen keineswegs S₂ ist, und damit sehwindet zugleich die hohe morphologische Bedeutung, die v. Jhering ihm zuerkennt.

Ueber den peripheren Verlauf des N. pudendohaemorrhoidalis vermag ich nichts Besondres beizubringen, zumal häufig von einer peinlichen Verfolgung der Zweige abgesehen wurde, da es für meine Zwecke nur darauf ankam die Hanptäste als solche festzustellen. Dass gelegentlich ein Zweig des oberflächlichen Perinealastes des Pudendus oder der N. haemorrhoidalis anf eine Strecke das Lig. sacrotuberosum durchsetzt, kann bei der unmittelbaren Nachbarschaft der Theile nicht auffallen. Ebenso oft durchbohrt der N. haemorrhoidalis das Lig. sacrospinosum, wenn er, sehon am Ursprung vom Pudendus isolirt, nicht mit diesem zugleich aus dem Becken austritt, sondern zunächst ventral vom Lig. sacrospinosum bleibt. —

Die übrigen zum Plexus pudendalis gerechneten Nerven gehen teils an die Muskeln des Beckenbodens, teils an die Beckeneingeweide direkt oder durch Vermittlung des Plexus haemorrhoidalis inferior. Von den Muskeln ist der M. curvator coccygis beim Menschen meist bis auf ein paar vom 4. und 5. Sacralwirbel zur Vorderfläche des Steissbeins herabziehende sehnige Streifen geschwunden; der M. coccygeus kann mehr oder weniger sehnig umgewandelt und dem Lig, sacrospinosum assimilirt sein. Ganz entsprechend der vorhandenen Muskelmasse verhalten sich die Nerven. Man wird also immer erwarten dürfen den Nerven für den M. levator ani zu finden, wie er parallel den Nn. vesicales inferiores auf der Innenseite seines Muskels weit ventralwärts zieht. Seltener bohrt er sich bald nach seinem Austritt aus dem Plexus in die Muskelmasse ein und verläuft in ihr nach vorn. Nach den Augaben der Lehrbücher entspringt der Nerv aus S4, nach Krause (Handbuch) und Luschka auch aus S₅. Die Wurzel aus S₄ ist fast immer vorhanden und zugleich bei weit distal gerücktem Plexus lumbosacralis die stärkere; dazu tritt noch eine zweite schwächere aus S₃. Trotz einigem Hin- und Herschwanken lässt sich doch erkennen, dass mit dem Vorrüeken des ganzen Plexus auch der Ursprung des Levatornerven proximal geschoben wird. Es betheiligt sich allmählig auch S2; dann bildet S3 die Hauptwurzel, und zuletzt, wenn der normale N. furcalis die bei weitem grösste Masse seiner Fasern dem Plexus sacralis zuschickt, schwindet die Wmzel aus S4 ganz, der Nerv stammt nur noch aus S3 S2. Aus S5 sah ich nur wenige Male ein Fädehen an den Levatornerven herantreten u. zw. durch Vermittlung der zwischen S4 und S5 vorhandenen kurz gespannten Ansa. — Eine andere Beobachtung, die ich leider erst ganz am Schluss meiner Untersuchung machte, sodass ich mich noch nicht specieller damit befassen konnte, füge ich hier noch ein. Bei der Demonstration eines N. perforans coccygeus maior (s. Plexus coccygeus), der einen Teil der Fasern für den M. coccygeus mitführte, dann aber diesen Muskel flach durchsetzte, um in die Fossa ischio-rectalis zu gelangen, vermochte ich ein paar feine Nervehen in die Aussenfläche des M. levator ani, und zwar an die zum Rectum ziehende Portion, zu verfolgen. Wird dieser Befund durch weitere Beobachtungen gestützt, so würde sich durch eine solche doppelte Innervation ein Unterschied in der morphologischen Bedeutung der Absehnitte des Levator ani ergeben.

Der M. coccygeus erhält meist mehrere Fäden, die vom distalen Rande des Plexus pudendalis abgehend gewöhnlich sofort oder nach kurzem Verlaufe in die Beckenfläche des Muskels eindringen. Verfolgt man jedoch die Nervehen nicht bis an ihr Ende, um sich zu überzeugen, dass sie wirklich dem Muskel angehören, so läuft man Gefahr, in wechselnder Anzahl vorhandene zarte Fäden, die das Lig. sacrospinosum und den M. cocevgeus schräg durchsetzen und in der Haut der Gesässrinne nächst dem Steissbein endigen, dem M. coccygeus zuzutheilen. Bei der sehr variablen Ausbildung des Muskels wechselt auch die Stärke und der Ursprung seiner Nervenfasern nicht unbeträchtlich, und ich vermag deshalb nicht mit gleicher Sieherheit wie bei dem Levatornerven die proximal gerichtete Verschiebung der Ursprünge zu konstatiren. Dazu würde jedenfalls ein viel grösseres und speziell mit Rücksicht auf die Muskelmasse bearbeitetes Material nothwendig werden. Nur soviel scheint mir festzustehen, dass bei dem gewöhnlichen Ursprung aus S3 und S4 annähernd gleich häufig S3 wie S4 die kräftigere Wurzel sein kann, und dass erst bei sehr starkem Zuschuss aus L₄ an den Plexus sacralis Fasern aus S₂ hinzukommen, indes die Portion aus S4 verloren geht. Dagegen sind bei weit distal geschobenem Plexus auch Fasern aus S₅ sicher betheiligt. Im aufgefaserten Plexus liegen die Wurzeln des Nerven für den Levator ani ventral zu denen des Coccygeusnerven.

Das Vorkommen eines M. curvator eoccygis prozentisch festzustellen, habe ich unterlassen. In den beobachteten Fällen, wo er entwickelt war (etwa 15), wurde er aus S₄, gelegentlich unter geringer Mitwirkung von S₅, innervirt. Sein Nerv ist häufig einem der Nn. perforantes eoccygei angeschlossen und senkt sich in die ventrale Fläche des Muskels.

Den Nn. viscerales konnte ich schon wegen der Verwendung des Leichenmaterials nicht genügende Sorgfalt zuwenden. Im Ganzen bestätigen meine Befunde die vorhandenen Angaben. Die Hauptmasse dieser Nerven stammt aus S₃, dazu kommt etwas weniger aus S₄, selten — nur bei weit distal geschobenem Plexus —

auch noch aus S_5 . Der 2. Sakralnerv betheiligt sich häufig, manchmal sogar recht kräftig. Die Ursprünge dieser Nerven liegen noch ventral zu denen des Levatornerven.

11. Plexus coccygcus.

Die Beschränkung des Plexus caudalis s. coccygeus auf den ersten Steissnerven und den Zuschuss aus den beiden letzten Sacralnerven, wie es meist geschieht, lässt sich nicht für alle Fälle aufrecht erhalten, da dies Geflecht zwar nicht in gleicher Weise innig mit dem proximal davon gelegenen Plexus pudendalis verbunden ist, wie der letztere mit dem Plexus ischiadicus, aber bei einer Verschiebung des ganzen Lumbosaeralplexus mitbetheiligt zu sein scheint. Auch hier ist die Abgrenzung eines besonderen Plexus coccygeus nur nach dem Verbreitungsgebiet der aus ihm entstehenden Nerven zu bewerkstelligen. Dies Gebiet umfasst jederseits nur ein kleines Kreissegment der Haut lateral von und über dem Steissbein. Volgt nennt die dabei in Frage kommenden Nerven "Nn. cutanei perforantes". Er allein von allen Autoren rechnet ihre Ursprünge proximal bis S3, sonst wird allgemein mehr oder weniger bestimmt nur ein Zusehuss aus S₄ erwähnt und die Bezeichnung "Nn. anoeoccygei" verwandt. Diesen Namen tragen aber bei den verschiedenen Autoren nicht immer die gleichen Nerven, denn in dem einen Falle sind nur Hautnerven (wie bei Voigt) darunter verstanden, in dem andern sollen die Nn. anococcygei auch noch die Mm. coccygeus und levator ani versorgen (Krause, Luschka, Hyrtl, Langer). Solehe Differenzen erklären sich ohne Weiteres aus einer gewissen Ineinanderschiebung des Plexus pudendalis und coccygeus. Der letztere reicht proximal gelegentlich bis auf S2, wenn nämlich aus einem normalen N. furcalis mehr als drei Viertel der Fasern in den Plexus sacralis übergehen. Da in solchem Falle S2 auch die Hauptwurzel für den Plexus pudendalis bildet, aus S3 und S4 aber noch Nerven an die Muskulatur des Beckenbodens gelangen, die wir in das Gebiet des Plexus pudendalis gerechnet haben, so entstehen derartig komplizirte Verhältnisse durch die Absonderung eines Plexus coeeygeus, dass man Asp's Verlangen, den Plexus saeralis einheitlich aufzufassen, wohl versteht. Aber auch hier wie beim Plexus pudendalis empfiehlt es sieh doch vielleicht mehr, sieh an das Verbreitungs- und nicht an das Ursprungsgebiet zu halten.

Gehen wir vorläufig noch nach der gebräuchlichen Einteilung, so bleiben uns als Derivate des Plexus caudalis nur Hautnerven übrig, die Nn. cutanei perforantes (Voigt) oder, wie ich sie nennen möchte. Nn. perforantes coecygei. Es sind deren 3 bis 5 vorhanden. je nachdem der Plexus weit distal oder weit proximal verschoben Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle. Bd. XVII.

ist und je nach der stärkeren oder geringeren Rückbildung des kaudalen Körperabschnittes. Immer ist der erste der Nerven der stärkste, er entspricht augenscheinlich dem N. anococcygeus Schwalbe's, dem N. cutan. clunium internus superior Voigt's. Greifen wir als Paradigma zunächst einen Plexus mit normalem N. furcalis, der weniger als die Hälfte in den Plexus saeralis sehiekt, heraus, so sehen wir S4 mit S5, S5 mit C1 und diesen wieder mit C2 durch kurz gespannte Schlingen verbunden. Von der ersten dieser Ansae entspringt ein ganz ansehnlicher Nerv, der seine Fasern hauptsächlich aus S4, weniger oder gar nicht aus S5 bezieht. schräg lateral und distal über den Ursprung des M. coccygeus am Krenzbein, führt gelegentlich noch Fasern für den M. coccygens und eurvator coccygis mit sich und verlässt das Becken entweder, indem er den M. coccygeus schräg durchbohrt, oder zwischen diesem und dem Hinterrand des M. levator ani. Er kann dann einfach um den Distalrand des Lig. sacrospinosum herum zur Haut treten, durchbohrt aber nicht selten auch dieses Band und läuft ein Stück zwischen ihm und dem Lig. sacrotuberosum, dessen Rand er manchmal noch ebenso wie die distalen Ursprünge des M. glutaeus maximus durchsetzt. Seine Verbreitung in der Haut der Gesässrinne und der benachbarten Gesässpartie ist am Sehlusse der Besprechung des N. perforans lig. sacrotuberosi bereits gedacht.

Gegen diesen N. perforans coccygeus maior sind die übrigen Nn. perff. coccygei minores recht zart. Sie entstehen aus der Ansa zwisehen S4 und S5 bezw. S5 und C₁ und liegen anfangs dicht neben einander. Sie verlaufen rein distalwärts, höchstens der erste noch mit leichter lateraler Ablenkung, und biegen der Reihe nach dorsalwärts um, u. zw. regelmässig im Niveau der Symphyse oder Synostose zwischen je zwei Wirbelrudimenten, sodass also der erste lateral von der Symphysis sacrocoeeygea, der letzte an der Synostose des 3. und 4. Steisswirbels zu finden ist. Sie zeigen also eine ausgesprochene segmentale Anordnung, wie es bei allen Wirbelthieren mit langer Sehwanzwirbelsäule der Fall ist. Alle geben eine Auzahl feiner Periostzweige an das Steissbein, bevor sie die Hant der Gesässrinne (die letzten nur die Hant über der Steissbeinspitze) erreichen. Sowohl der N. perforans eoccygeus maior wie der erste der Perff. minores ist gewöhnlich begleitet von einem Zweige der A. sacralis lateralis. — Von diesem Beispiel ausgehend verstehen wir die Abweichungen, wie sie bei Ueberkreuzung und Verlegung des N. furcalis auf L5 einerseits, bei sehr starkem Faserübergang aus dem normalen N. furcalis in den Plexus sacralis andrerseits uns entgegentreten. Im ersten Falle (Fig. 8) ist der N. perforans coecygeus maior auf S₅ verlegt, im letztern (Fig. 6, 7) dagegen bezieht er noch Fasern aus S₂ und

 S_2 , nicht mehr aus S_5 ; dann erscheint auch der erste der Nn. perfort minores kräftiger und, von den andern schärfer abgesetzt, durchbohrt er meist den M. coccygeus und einen Theil des Lig. saerospinosum auf seinem Wege nach der Haut. —

12. Rami posteriores.

Ueber die Rami posteriores der Lendennerven habe ich zu den bekannten Thatsachen nichts hinzuzufügen. Die Schlingenbildung zwischen den drei oberen, aus der die Nn. entanei clunium superiores hervorgehen, ist ebenso charakteristisch wie das Geflecht auf der dorsalen Fläche des Kreuzbeins, welches von Voigt (l. e. pag. 23) gut beschrieben ist, speziell auch was den Verlauf der einzelnen Zweige Da finde ich auch eine hänfige Eigenthümlichkeit dieses Plexus saeralis posterior verzeichnet, die ich sonst vermisse. Statt dass nämlich mehrere einzelne Nerven aus dem Geflecht direct nach hinten zur Haut gelangen, sammeln sie sich in einem kräftigen Stamm, der unter dem Ursprung des Glutaeus maximus in einem straff bindegewebigen Kanal abwärts verläuft, um entweder zwischen den distalen Faserbündeln dieses Muskels oder durch den distalen Rand des Lig. saerotuberosum (dicht am Sacrum) und um den Glutaeus max. herum auf- und lateralwärts, etwa in der Richtung des Kreuzbeinrandes sich in seine Endäste aufzulösen. Im letzten Falle hätten wir also noch einen N. perforans lig. sacrotuberosi, der mit den vorher behandelten Perforantes nichts gemein hat, sich auch im Verbreitungsbezirk scharf sowohl von dem N. cutan, clunium inferior medialis (unserm typischen Perforans) als von dem N. perforans coccygeus maior abgrenzt.

III.

"Das Nervensystem", sagt Fürbringer, "ist das konservativste, den geringsten Veränderungen (Anpassungen) unterworfene System", eitirt v. Jhering (pag. 15) und fährt fort: "Und gerade dieses konservativste System sollte eine Variabilität zeigen, wie wir sie von keinem andern Organsystem kennen? Welche riesigen Umwandhungen müssten die Plexus erleiden an der Halswirbelsäule der Vögel und am Rumpfe der Saurier, wenn die in die Zusammensetzung der Plexus eingehenden Nerven nicht als homologe Theile angesehen werden dürften! Und von all diesen Umwandhungen sollten wir nichts merken! Immer die gleiche Zusammensetzung der Plexus und die gleichen Beziehungen der aus ihnen entspringenden Nerven zu denselben Muskeln und doch keine Homologie?!"

Ich setze diese Worte an die Spitze meiner Schlussbetrachtungen, weil ich

nicht zum wenigsten durch sie veranlasst worden bin, die gewonnenen Thatsachen auch noch auf allgemeinere Gesiehtspunkte hin zu verarbeiten. Sehon Meckel hat die grosse Beständigkeit des Nervensystems hervorgehoben, und sie wird ausser von den oben genannten jetzt wieder mannigfach verteidigt, freilich auch von anderer Seite, z. B. von Cunningham, stark angefochten. Soweit hierbei Beständigkeit gleichbedeutend mit Unveränderlichkeit in Anordnung und Verlauf sein soll, muss ich sie allerdings nach meinen Untersuchungsergebnissen ebenfalls in Abrede stellen, während ich auf der anderen Seite eine grosse, aber nicht auf den ersten Blick zu Tage liegende Beständigkeit in den Beziehungen der Nerven zu ihrem Versorgungsgebiete überall ausgesprochen finde. Ich meine damit die unveränderlichen Beziehungen zwischen ventralen bezw. dorsalen Nerven zu ventralen bezw. dorsalen Versorgungsbezirken. Im übrigen sehe ich in den Nerven gerade das jenige Organsystem, welches empfindlicher und darum deutlicher als alle andern sehon die geringsten Veränderungen im Aufbau des Organismus wiederspiegelt.

Wer den bisherigen Auseinandersetzungen gefolgt ist, wird, glaube ich mit Sicherheit annehmen zu können, den Eindruck erhalten haben, dass Umwandlungen doch recht gut zu bemerken sind, die Zusammensetzung der Plexus durchaus nicht immer die gleiche ist, und dass der Plexus lumbosaeralis des Menschen gegenüber den Verhältnissen des Plexus brachialis in seinem Aufbau noch eine grosse Labilität zeigt. Denn trotz kleiner Schwankungen weist das Armnervengeflecht doch niemals derartige Differenzen in den Ursprüngen der abgehenden Nervenstämme auf, wie sie die folgende Zusammenstellung erkennen lässt.

Verhalten des N. furealis	Cruralis	Obturatorius	Tibialis	Peroneus
N. furcalis aus L ₅ Doppelter N. furcalis aus L ₃ und L ₄			$S_2 S_1 L_5 S_3 S_4 S_1 L_5 L_4 S_2 L_3$	

Ich greife absiehtlich die beiden Extreme aus meinen Beobachtungen heraus, um den Gegensatz recht drastisch zu machen; die zwischen beiden liegenden Stadien sind ja eingehend geschildert. Und wenn ich im Eingang dieser Abhandlung zunächst nur von einer Verschiebung des N. furcalis sprach, so ist es jetzt, nach der Erörterung der einzelnen Nerven doch wohl kaum mehr zweifelhaft, dass mit einer solchen Verschiebung in allen Fällen eine gleichsinnige Aenderung im Ursprung der Plexusderivate einhergeht. Mussten wir schon dort dem N. furcalis die gewichtige Bedeutung eines unter allen Umständen stabilen Plexusbestandtheils, der durch die

ganze Wirbelthierreihe hindurch als homolog zu betrachten ist, aberkennen, so werden wir jetzt erst recht dazu genöthigt sein, diese Bezeichnung lediglich als Namen für eine charakteristische Form zu gebrauchen. Den Beweis also, dass der N. furcalis unbeständig in seiner Lage ist, haben die vorstehenden Untersuchungen erbracht, und damit fällt das Gebäude, welches v. Jhering auf diesem unsichern Fundament errichtet hat, zusammen. — Auch im Einzelnen erweist sieh v. Jhering's Voraussetzung, dass der N. furcalis von den Amphibien bis zum Menschen gleichbedeutend sei, als ungenau, denn die Verhältnisse bei den urodelen Amphibien sind, ganz abgeschen von der Anzahl der in den Plexus lumbosacralis eingehenden Spinalnerven wesentlich von dem der höhern Wirbelthiere verschieden. Da ist der N. obturatorius keineswegs sofort mit dem der Säuger zu homologisiren, sondern nur mit einem kleinen Bruchtheil desselben, während die Hauptmasse der Fasern proximal über den Beckenrand zum Schenkel zieht. Wir haben im N. obturatorius accessorius des Menschen noch einen Rückschlag auf diese Spaltung des Nerven für die Adductores femoris kennen gelernt. Der N. cruralis der Urodelen dagegen verläuft in der Hauptsache um den distalen Beckenrand.*) Doch erscheint dieser Punkt mehr nebensächlich gegenüber anderen, die v. Jhering als Argumente für die Stabilität des Plexusbanes und der Plexuslage gegen die vorhandenen Hypothesen, betreffend Plexusverschiebungen, sammelt. Ganz besonders wendet er sich gegen die Annahme einer Umformung der Plexus durch Eintreten distaler, bei gleichzeitigem Austreten proximaler Spinalnerven, wodurch Solger (Morphol. Jahrb. I) die Differenzen in der Lage des Plexus brachialis bei Bradypus und Choloepus zn erklären sucht. Irgend welchen Beweis für seine Hypothese hat Solger allerdings nicht erbracht, und wenn v. Jhering meint, es müsse besonders schwer verständlich sein, "sich vorzustellen, dass die Umbildung der Wirbelsäule zugleich eine Umwandlung des Plexus brachialis zur Folge gehabt haben sollte, denn die Umänderung des Charakters eines Wirbels beeinflusst das Verhalten der Spinalnerven in keiner Weise", so kann man dem recht gut zustimmen, freilich im Widerspruch zu Gegenbaur. Wenigstens ist dessen Anmerkung auf pag. 481 (Anatomie des Menschen): "Die Verschiedeuheiten in der

^{*)} v. Jhering kann sich hier allerdings auf Gegenbaur berufen, der in seinem Grundriss der vergleich. Anatomie (1878 pag. 539) sagt: "Die für die Hinterextremitäten bestimmten Nerven gehen bei den Amphibien aus einem meist durch 3 Nerven gebildeten Geflechte hervor. Ein daraus entstehender vorderer Nerv bildet den N. cruralis, ein stärkerer, aus fast allen in den Plexus eingehenden Ramis sich zusammensetzender Nerv stellt den Ischiadicus vor, welcher auch bei den höheren Wirbelthieren den Hauptnerv der Extremität bildet.

Konstitution des Saerum finden auch in dem Nerven einen treuen Ausdruck", nicht anders zu verstehen, als dass den Umbildungen der Wirbelsäule ein Einfluss auf das Verhalten der Nerven eingeräumt wird. Eher wäre wohl das Umgekehrte möglich, dass nämlich die Umänderung des Charakters eines Spinalnerven mit seiner zugehörigen Weichtheilgruppe bestimmend für die Konfiguration der Wirbelsäule wird. Denn so wenig mir in den Sinn kommen kann, den Werth der Resultate der vergleichenden Osteologie zu unterschätzen, will es mir doch scheinen, dass die Vergleichung des Stützgerüstes allein nie die Bedeutung beanspruchen kann, wie eine Vergleichung des Skeletes in engstem Zusammenhang mit Muskulatur und Nerven. Die gegenseitige Abhängigkeit dieser drei Organsysteme ist immer wieder zu betonen, im Besonderen auch die Abhängigkeit der Skeletformen von der Muskulatur, die wiederum ohne ihre Nerven nicht gedacht werden kann. Auch wird nicht ausser Acht gelassen werden dürfen, dass das Skeletsystem sowohl phylo- als ontogenetisch jünger als die beiden andern Systeme ist.

"Verschiebungen der Plexus durch Umbildung im Sinne Solger's kommen nicht vor", behauptet ferner v. Jhering. Für den Plexus brachialis zwar vermag ich jetzt diese Ausicht nicht zu widerlegen, aber es genügt doch auch eine Ordnung meines Materials vom Plexus lumbosacralis, nm die schönste Serie herzustellen, die man sich für einen Gegenbeweis wünschen kann. Besässe ich nur Präparate, in denen das eine Mal L₅, das andre Mal L₄ N. furcalis wäre, so würde man mir einfach entgegenhalten können, dass im ersteren Falle — übereinstimmend mit v. Jherings Hypothese — ein praefurcales Segment eingeschaltet sei. Wir verfolgen aber Schritt für Schritt von dem einen Ende meiner Reihe, an dem L₅ den N. furealis darstellt, die Verschiebung der Plexuselemente zunächst am Uebergange des lumbaren Theiles in den sacralen über die eigenthümliche Bildung eines doppelten N. furcalis aus L₄ und L₅ auf die sog. Normalform, die aber aus L₄ aufangs wenig, allmählig immer mehr Fasern in den Truneus lumbosaeralis schiekt, bis wir am andern Ende der Reihe zum zweitenmale das Bild eines doppelten N. furcalis finden, diesmal aus L3 und L4 stammend. Die Plexuselemente wandern geradezu unter unsern Augen um mehr als ein ganzes Segment proximalwärts, nicht nur im N. furcalis, auch am Ende des Plexus ischiadieus ohne weiteres erkennbar, dessen letzte Wurzel in dem einen Falle in einer geringen Portion des S₄, in dem andern aus einer nur wenig stärkern des S₂ besteht. — v. Jhering berichtet selbst von Unregelmässigkeiten im Plexusbau, nicht nur in den verschiedenen Wirbelthierklassen, sondern auch bei Individuen derselben Art, und hat speziell auch das Bild des

doppelten N. furcalis des öftern gesehen. Seine Schilderung der Plexusverhältnisse bei den Fledermäusen lässt mit Sicherheit vermuthen, dass er leicht eine ganz ähnliche fortlaufende Serie von Plexus hätte zusammenstellen können, wie wir es hier beim Menschen gethan. Aber lediglich bestrebt sein System zur Geltung zu bringen, übersieht er diese Möglichkeit.*)

An dem so vorwärts rückenden Plexus behalten die Ursprünge der einzelnen Derivate im grossen Ganzen ihre charakteristische Lage zu den Plexuswurzeln bei, die von ihnen innervirten Muskeln bleiben auch die gleichen — Schwierigkeiten könnte also nur noch die Wirbelsäule in ihrem Verhalten zum Stützgerüst der Extremität bereiten, da diese Beziehungen durch den directen Anschluss des Beckengürtels an die Wirbelsäule verhältnissmässig genau zu kontroliren sind. v. Jhering und Paterson wechselt allerdings die Lage der "echten" Sacralwirbel zu den Plexuswurzeln sogar innerhalb derselben Ordnung der Vertebraten derart, dass hin und wieder der ganze Plexus der distalen Extremität proximal zum Sacrum orientirt ist. Aber diese Eigenthümlichkeit erscheint dann doch als regelmässige Bildung für die betreffende Gattung oder Art gerade so, wie wir beim Menschen als normales Verhalten das Vorhandensein wenigstens zweier sacraler Wurzeln oder eines freien Lumbarwirbels hinter dem N. furcalis anzunehmen haben. Und ausgehend von dieser Norm lässt sich die Frage stellen: "Findet mit der Verschiebung des Plexus lumbosacralis auch eine gleichsinnige Ortsveränderung des Beckengürtels statt?" Sie muss sich nachweisen lassen, soll die eben ausgesprochene Ansicht über das Abhängigkeitsverhältniss des Skelets von Nerv und Muskel nicht hinfällig werden. Auf der andern Seite werden wir, da diese Abhängigkeit zugleich als der Ausdruck einer untergeordneten Stellung aufzufassen ist, ausserdem auch die viel ungefügeren Skeletmassen für die verschiedenen feinen Zwischenstadien in der Verschiebung der Plexuselemente unmöglich stets eine entsprechende Ummodelung darbieten können, nicht verlangen, dass mit jedem abnormen Plexus eine Vermehrung oder Verminderung der präsacralen Wirbel verbunden sei. Nur die Hauptforderung muss jedenfalls festgehalten werden, dass bei stark proximalwärts verschobenem Plexus ein weit distal stehendes Becken nicht vorkommen darf und vice versa.**)

^{*)} Unregelmässigkeiten im lumbosacralen Uebergang (doppelten N. furcalis) verzeichnet v. Jhering z.B. unter den Reptilien bei den Varaniden, Lacertiden, Iguaniden, unter den Vögeln bei Picus, Astur palumbarius, unter den Säugern bei Dasypus novemeinetus, Sus, Moschus moschiferus, Dasyprocta aguti.

^{**)} Meine im vergangenen Jahr abgegebene Erklärung, dass eine ausgesprochene Wechselbeziehung zwischen dem Bau des Plexus bezw. der Lage des N. furcalis und der Konfiguration der

Von den 22 Plexus, in denen der N. furcalis verlagert oder verdoppelt ist, fallen nun 16 (fast 73%) mit Anomalien der Wirbelsäule zusammen*), indes für die sämtlichen 105 Plexus mit normalem lumbosacralem Uebergang die Wirbelsäule nur 9 mal (nicht ganz 8,6%) Abweichungen vom typischen Bau aufweist. Die abnormen Wirbelsäulen ordnen sich folgendermassen:

- 1. Drei besitzen 13 D, 5 L, 5 S, 4 C.
- 2. Drei , 13 D, 5 L, 5 S, 3 C,
- 3. Drei " 13 D, 5 L, 5 S, 3 C die 13. Rippe war sehr kurz; dann folgen
- 4. Eine mit 12 D, 6 L, 5 S, 4 C,
- 5. " " 12 D, 6 L, 5 S, 4 C, an welcher der Processus transversus des
 6. Lendenwirbels links mit der Pars lateralis des 1. Sacralwirbels artikulirt;
- 6. " . 12 D. 6 L, 5 S, 3 C, der 6. Lendenwirbel ist an das Sacrum angesehmolzen, nimmt aber nur links an der Bildung der Facies auricularis Theil;
- 7. " , 12D, 6L, 5S, 4C, der 6. Lendenwirbel ist ganz mit dem Sacrum verschmolzen und beiderseits an der Facies auricularis betheiligt;
- 8. " " 12 D, 5 L, 5 S, 4 C, deren 5. Lendenwirbel jederseits am Querfortsatz breit durch Gelenk mit den Seitentheilen des Sacrum verbunden ist;
- 9. " " 12 D, 5 L, 5 S, 3 C, der 5. Lendenwirbel ist beiderseits als solcher durch das Promontorium leicht zu erkennen, aber vollständig mit dem Sacrum verschmolzen und nimmt sehr ausgiebig an der Bildung der Facies auricularis Theil, die dadurch in ihrem obern Schenkel abnorm verlängert erscheint.

Von diesen Fällen wurde der Plexus einmal nur einseitig und zwar an einer der unter 1. genannten Wirbelsäulen untersucht, da die andere Seite schon verar-

Wirbelsäule nicht zu bestehen scheine, begründete sich auf die verhältnissmässig kleine Reihe abnorm gebauter Plexus, über welche ich damals verfügte.

^{*)} Bei den übrigen war es leider nicht möglich, geuaue Notizen über die Wirbelsäule aufzunehmen. Zwar fanden sich 5 freie Lumbarwirbel in den Präparaten, aber es liess sich, da die Oberhälften fehlten, nicht mehr feststellen, ob die letzte Rippe eine 13. oder 12. gewesen war.

beitet war, sonst überall doppelseitig. Unter den Plexus zu 1. findet sich einer mit L₅ als N. furcalis und S₂*) als stärkstem Plexusnerven, einmal ist beiderseits ein doppelter N. furcalis aus L₄ und L₅ vorhanden und einmal giebt der normale N. furcalis (L₄) rechts ½, links ½, seiner Fasern in den Plexus sacralis. — Bei 2. besteht in einem Falle jederseits Ueberkreuzung aus L₄ und L₅, in den beiden andern ist nur rechts ein doppelter Furcalis aus L₄ und L₅, links schickt der normale N. furcalis ½, bezw. ½ seiner Fasermasse in den Plexus ischiadicus. — Ueberkreuzung aus L₄ und L₅ ist ferner beiderseits zu vermerken bei 3., 4., 5. und 6., während bei 7. beiderseits vom normalen N. furcalis ½, bei 8. aber ½, der Fasern in den Truncus lumbosacralis übergehen. — Bei 9. besteht linkerseits Ueberkreuzung aus L₃ und L₄, rechts giebt L₄ ungefähr ½, an den Plexus sacralis ab.

Zwischen die Wirbelsäulen unter 1. bis 7. und die unter 8. und 9. ist die normalgebaute Wirbelsäule mit 17 freien Dorsolumbarwirbeln einzuschalten. Die Wirbelsäule 7. ist eigentlich schon normal, was die Wirbelzahl überhaupt anlangt, denn der 18. Dorsolumbarwirbel erscheint nur durch etwas freiere Processus transversi und durch das Vorhandensein eines doppelten Promontorium noch als Lendenwirbel. Die beginnende (bei 8.) oder totale Assimilation des 17. Dorsolumbarwirbels (bei 9.) an das Sacrum bedeutet also ein Vorrücken des Beckens über die jetzt normale Stellung hinaus in die "Zukunftsstellung", wie es auch Rosenberg auffasst, während alle die Fälle mit 13 D 5 L oder 12 D 6 L als Vorstufen der jetzigen Norm oder ursprünglichere Formen angesehen werden müssen.

Betrachten wir zunächst diese letzteren — unter Auswerfung von 7., so beobachten wir, dass in der grossen Mehrzahl das Verhalten der Wirbelsäule mit dem des Plexus übereinstimmt, d. h. das bei weit distal geschobenem Plexus auch ein überzähliger präsakraler Wirbel vorhanden ist. Von den 19 bier in Frage kommenden Plexus sind 15, also fast 79 %, abnorm, 14 davon besitzen einen doppelten N. furcalis aus L4 und L5, einer L5 als N. furcalis. Nur 4 weisen normalen lumbosakralen Uebergang auf, und diese nähern sich mit ihrer dünnen Zuschussportion aus L4 an den Plexus sacralis (1/20, 1/10, 1/4, 1/6) den vorhergehenden so sehr, dass auch bei ihnen das oben aufgestellte Postulat erfüllt erscheint, zumal zwei von ihnen mit Ueberkreuzung aus L4 und L5 auf der andern Körperseite zusammentreffen. — Die unter 8. aufgeführte Wirbelsäule mit beginnender Assimilation des 5. Lumbarwirbels an das Sacrum scheint unsere Erwartungen insofern nicht zu rechtfertigen,

^{*)} Also nach der auf pg. 291 gegebenen Vorbemerkung der ersten im eigentlichen Sacrum gelegenen Wurzel.

als der Plexus eine starke Verschiebung proximalwärtsnicht erfahren hat. Doch ist hier zu berücksichtigen, dass der Beckengürtel in Wahrheit noch nicht proximalwärts gerückt ist, d. h. der 5. Lumbarwirbel noch nicht zur Bildung der Facies auricularis beiträgt. Bei 9., wo dies der Fall ist, finden wir auch den Plexus entsprechend verschoben, den N. furcalis auf der einen Seite doppelt aus L, und L, auf der andern Seite zwar normal aus L4, aber doch nur noch mit einem Minimum an der Bildung des Cruralis und Obturatorius betheiligt. Der zweite Fall von überkreuzten Nn. furcales aus L3 und L4 stammte zwar aus einer Leiche mit 17 freien Dorsolumbarwirbeln, aber die beiden Darmbeinschaufeln standen sehr auffällig hoch und nahe an der Lendenwirbelsäule, wodurch eine ganz abnorm starke Aufwärtsbiegung nicht nur des 5., sondern auch des 4. Lendenquerfortsatzes verursacht wurde. Das spricht, glaube ich, eher für als gegen die Deutung unserer Befunde, in denen ich den Beweis für die Solger-Fürbringer'sche Theorie von der aktiven Wanderung der Extremitäten entlang der Wirbelsäule sehe. Eine solche Wanderung geht nicht sprungweise, sondern allmälig vor sich, wie sich das vor Allem an den Plexuselementen zu erkennen giebt, und die Verschiebung der Nerven, Muskeln und Skeletelemente erfolgt annähernd gleichzeitig.

Andre Untersuchungen zur Vergrösserung und zur Vervollständigung meiner Reihe konnte ich nicht heranziehen. Denn wenn auch die von Struthers*) beobachteten, bei v. Jhering citirten 4 Wirbelsäulen mit 13 D, 5 L, 5 S, 4 C und 12 D, 6 L, 4 S, 4 C normale Plexus besessen haben, so ist doch über die Stärke des lumbosakralen Uebergangsbündels — den für unsere Betrachtungen wichtigsten Punkt v. Jhering's bei dieser Gelegenheit geäusserte Be-- keine Angabe gemacht. merkung: "Vermuthlich werden, sobald erst einmal die Aufmerksamkeit allgemein darauf gerichtet wird, auch Fälle zur Beobachtung gelangen, in welchen bei 13 Dorsalwirbeln die 5 Lendenwirbel ganz die gewöhnlichen Beziehungen zum Plexus lumbosacralis darbieten", zeigt sich in unserm zuerst erwähnten Falle ganz, in den nächstfolgenden ziemlich ganz erfüllt, nur dass ich diesen Befunden eine andere Deutung beilege, als v. Jhering wünscht, nämlich sie nicht als durch Einschaltung eines präfurcalen Dorsolumbarwirbels, sondern als atavistischen Rückschlag auf eine Form ansehe, bei der die distale Extremität noch nicht ihre jetzt allgemeine "normale" Stellung zur Wirbelsäule eingenommen hat. Die Uebergänge aus der einen in die andere Form sind da. Und die Schwankungen in den Beziehungen zwischen Plexuslage und Zahl der präsacralen Wirbel erscheinen verständlicher bei der Annahme

^{*)} Journ. of Anatomy and Physiology IX, 1875.

eines einfachen Prozesses, wie des Vorrückens der distalen Extremität samt ihren Nerven, als durch die Menge von Vorgängen, die v. Jhering braucht, um die Verschiedenheit in seinen Befunden "ungezwungen" zn erklären. Bald ist ein Wirbel (einfaches Skleromyomer), bald ein Spinalnerv (einfaches Neuromer), bald wieder ein ganzes Segment (Skleromyoncuromer) aus- oder eingeschaltet, daneben giebt es Verschiebungen sowohl des Plexus unabhängig von der Wirbelsäule als des Beckens unabhängig von der Anlage der Wirbelsäule und des Spinalnervensystems nach vorund rückwärts; hier sind Wurzeln einzelner Nerven verkümmert, dort Nervenverbindungen, die in das System nicht hineinpassen wollen, als bedeutungslose Anastomosen charakterisirt — kann man da wirklich noch von "ungezwungenen" Erklärungen sprechen? Paterson (The position etc.) ist ebenfalls nicht einverstanden mit der Interkalationstheorie. Seine vergleichenden Studien führen ihn dazu, die Tendenz der distalen Extremität, sich in kranialer Richtung zu verschieben, nur für den Menschen, Esel und Cuscus gelten zu lassen, während sonst bei den Säugern die Verschiebung distalwärts erfolge, wie es auch bei Vögeln und Reptilien der Fall sei. Ich habe über das letztere kein Urtheil, da ich die speziellen Verhältnisse nicht genügend kenne, hofte aber für eine Prüfung derartiger Angaben im Folgenden noch einige Gesichtspunkte anführen zu können. — Paterson ist ein entschiedener Anhänger der Verschiebungstheorie, aber er fasst den Modus der Verschiebung in anderem Sinne als wir und schliesst sich darin wieder v. Jhering an. Denn indem er an die Spitze seiner "Conclusions" den Satz stellt: The segmental spinal nerves, which enter and supply the limbs, afford the most trustworthy evidence regarding its original position". so heisst das nichts anderes als: die Extremität kann sieh verschieben, aber die Nerven Deutlicher noch sagt Paterson einige Seiten vorher bleiben an ihrem Platze. (pag. 294), um das Zustandekommen der Differenzen in der Lage der letzten Plexuswurzel zum Sacrum zu erklären: in Fällen, wo der letzte Lumbarnerv den Plexus schliesse, müsse man annehmen, "dass während der Entwicklung, jedoch nach Anlage der Extremitätenknospe und nach Eintritt der Nerven in dieselbe, die Extremität sich distalwärts verschoben habe - entweder gedrängt durch das Wachsthum der Bauchwand oder die Entwicklung der Baucheingeweide oder um für die Zwecke der Fortbewegung einen geeigneteren festen Punkt zu gewinnen. In Folge davon ist die Extremität, die in einer früheren Periode den Segmenten, von denen sie und ihre Nerven abzuleiten sind, gegenüber liegt, in spätern Stadien an weiter rückwärts gelegene Segmente befestigt und ihre Nerven nehmen einen schräg absteigenden Verlauf, um zu ihr zu gelangen." Das Umgekehrte geht vor sich, wenn der 1. oder 2. Sacralnerv das distale Ende des Plexus bildet. — Paterson anerkennt also nur eine rein mechanische Verschiebung. Aber die Stichhaltigkeit der 3 Momente, die er dafür verantwortlich machen will, dürfte recht schwer nachzuweisen sein. Schon Fürbringer hat diese Theorie der passiven Rückwärtsstellung der Extremitäten als unbrauchbar ausgeschieden, denn sie stimmt einfach nicht mit den Thatsachen überein. —

Gegenüber der grossen Regelmässigkeit, mit der sich die zur Extremität selbst verlaufenden Nerven im Plexus lumbosaeralis verschieben, fiel gelegentlich der Einzelbesprechung der Nn. ileohypogastricus und ileoinguinalis ebenso wie des Genitocruralis auf, dass diese Nerven sich nur gleichsam zögernd an dem allgemeinen Vorwärtsrücken betheiligen. Der Grund dafür ist, glaube ich, einzig und allein darin zu suchen, dass sie eben überhaupt nicht zur Extremität gehören, sondern lediglich abdominale Nerven darstellen, die ihre Hautzweige noch eine kurze Strecke auf den Ansatz der Extremität übergreifen lassen analog den Nn. supraclaviculares und dem Ram, perforans lateralis des 3. Interkostalnerven am Arm. Das Vorhandensein einer Ansa zwischen L1 und L2 oder zwischen D12 und L1 spricht nicht dagegen und bedeutet häufig keineswegs eine Ueberführung von Fasern aus L, in den Cruralis oder einen andern Extremitätennerven, sondern nur in den Genitocruralis. Wirkliche Beziehungen zu dem Extremitätengeflecht erhält L, erst, wenn von ihm Fasern in den Cruralis, Cutaneus femoris lateralis oder Obturatorius gelangen, wie es konstant der Fall ist bei normalem Plexus (N. furcalis $= L_4$). Bei Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 hingegen und bei Verschiebung des N. furcalis auf L, vermissen wir den Zuschuss aus L, häufig. Beträchtlicheres Volum gewinnt er, wenn mehr als 1/3 aus L4 an den Truncus lumbosacralis abgegeben wird, der Plexus also schon ziemlich weit proximal gerückt ist.

Gehören nun aber diese Nerven nicht der Extremität, sondern nur dem unmittelbar vor derselben gelegenen Rumpfabschnitt an, so liegt für sie keine Nothwendigkeit vor, die Wanderung der Extremität mitzumachen, und es kann sich die Frage nur darum handeln, was dabei mit ihnen geschieht. Werden ihre Elemente einfach in den proximalwärts rückenden Plexus der Extremität aufgenommen, assimilirt, oder schiebt sie der Plexus nur vor sich her? Das letztere dürften wir ohne weiteres ausschliessen, wenn wir einen Beweis dafür besässen, dass bei der Verschiebung der Extremitäten die unmittelbar benachbarten Körpersegmente ganz allmälig der Extremität einverleibt würden, aber tiefer greifende Veränderungen nicht zu erleiden hätten. Denn das reguläre Segment besitzt schon seine Nerven, hat also

für anderwärts verdrängte keine Verwendung. So glatt erledigt sich jedoch die Angelegenheit nicht. Vielmehr treten gerade die Veränderungen in den der Extremität zunächst gelegenen Segmenten so stark in den Vordergrund, dass sie gar nicht übersehen werden können, und die Frage nach ihrer Bedeutung sich nicht unterdrücken lässt.

Zur Lösung dieser Frage müssen wir etwas weiter ausholen, denn sie steht in engster Beziehung zu der Frage nach der Herkunft der Extremitäten überhaupt. Von den verschiedenen Hypothesen über dies Thema stammt die erste von Gegenbaur, die letzte von Paterson. Gegenbaur leitet vordere und hintere Extremität von radientragenden Kiemenbogen ab, die eine von den übrigen Kiemenbogen abweichende Differenzirungsrichtung einschlugen und vom Kiemenapparat sich lösten, um nach längerer oder kürzerer Wanderung über den Körper hin ihre definitive Lage einzunehmen. Im Speziellen soll der Extremitätengürtel dem Kiemenbogen, die Extremität selbst den Radien dieses Bogens entsprechen. Bekanntlich fusst auf dieser Voraussetzung Gegenbaur's Archipterygiumtheorie. Paterson dagegen sieht in den Extremitäten Auswüchse des ventralen und lateralen Umfanges des Körpers, deren Material einen genetischen Zusammenhang weder mit dem Kiemengerüste, noch mit den Bestandtheilen der typischen Somiten nachweisen lässt. Denn eine Segmentirung ist selbst in den frühesten Stadien der Extremitätenknospe nicht zu erkennen. Nur die in die Anlage einstrahlenden Nerven geben an, dass das Material von den betreffenden Segmenten abstammt. Paterson hat nachgewiesen, worauf wir später noch einmal näher eingehen wollen, dass die Plexusnerven den ganzen ventralen Rami typischer Interkostalnerven homolog zu setzen sind. Wird also ein ganzer Spinalnerv in die Extremität aufgenommen, so ist das ganze zugehörige Segment, tritt nur ein Theil eines Spinalnerven ein, so ist auch nur ein Theil des betr. Segmentes zum Aufbau der Extremität verbraucht. — Soweit ist die Hypothese gut verständlich. Eine weitere Aeusserung Paterson's erscheint mir jedoch als Inkonsequenz. Aus dem Umstand nämlich, dass der grössere Theil des ersten Dorsalnerven den Plexus brachialis abschliesst, folgert der Autor, dass das erste Dorsalsegment partiell für die Extremität verwendet, und dass das von den Extremitäten-bildenden Somiten herzuleitende Material "ein Etwas ist, welches an den gewöhnlichen extremitätenlosen Somiten entweder verloren gegangen oder nie zur Entwicklung gekommen Denn wir finden hier ein kompletes Knochen-Muskel-Segment und doch ist es gleiehzeitig in die Extremitätenbildung einbezogen." Das klingt doch ganz anders als das vorhergesagte. Das erste Dorsalsegment ist aber gar nicht komplet, denn

ihm fehlt normaler Weise der Ramus perforans lateralis und der Ram. anterior. Wie weit Knochen und Muskeln für vollständig zu halten sind, kann erst in zweiter Linie in Frage kommen. Niemals findet sich im Bereiche einer Extremität d. h. in der Breite des eigentlichen Extremitätenplexus ein vollwerthiges typisches Segment erhalten.

Ich theile Patersons erste Ansicht betreffs der Herkunft des Materials für die Extremität, denn die Nerven sind mir wie ihm die sichersten Zeugen für die segmentale Anlage. Wenn die mesoblastische Zellmasse der Extremitätenknospe keine Segmentirung mehr erkennen lässt, so dürfen wir im Hinblick auf die Thatsache der ontogenetischen Verkürzung in einzelnen Entwicklungsvorgängen annehmen, dass in einem (phylogenetisch) sehr frühen Stadium die Grenzen zwischen den einzelnen Segmenten sich verwischt haben, das Material der Segmente aber dadurch Gelegenheit erhalten hat zusammenzufliessen. Aus dieser eingeschmolzenen Masse entwickelten sich dann, wie wir es noch beobachten, die jetzigen komplizirten Organgruppen. Diese Fusion des Muskel- und Skeletbildenden Materials ist um so sieherer vorauszusetzen, als der "Plexus" der Extremität uns noch das treue Bild davon bewahrt Die Plexusbildung ist zunächst lediglich die Folge bezw. Begleiterscheinung der Verschmelzung einer Anzahl ursprünglich getrennter Somiten. Erst an zweiter Stelle ist die Gegenbaur- Fürbringer'sche Erklärung der Plexusbildung durch die Verschiebung der Extremitäten längs der Wirbelsäule aufzuführen. - Es werden nur die lateralen und ventralen Partien der Somiten für die Extremität verbraucht, nicht die dorsalen, denn wir finden wie im typisch segmentisten Theile des Körpers, so auch im Bereich der Extremitäten stets den Ramus dorsalis der Spinalnerven mit seinem Verbreitungsgebiet voll entwickelt. In dies Gebiet fallen noch all die rudimentären Rippenanlagen, die wir z. B. bei den Mammalien in Gestalt der vorderen Spange der Halswirbelquerfortsätze, bei den Krokodiliern in den freien Halsrippen erhalten sehen. Sie stellen den dorsalen Absehnitt der betreffenden Rippen dar und entwickeln sich auch nicht über ihr Gebiet hinaus, ausser wenn die zu diesen Segmenten gehörige Extremität ihre Lage ver-Der Einschmelzung entzieht sich auch die Haut, die später zur Bedeckung der Extremität dient, denn auch über den typisch segmentirten Körperabschnitten ist das Integument zwar segmental innervirt, aber nicht selbst segmentirt. Wir werden also in der Innervation der Haut einen direkten Anhalt für den segmentalen Ursprung der Extremität erwarten können, und in der That verbreiten sich die Hautnerven in der Reihenfolge, wie sie aus den Plexuswurzeln austreten, auf die Extremität derart, dass der (phylo- und ontogenetisch) proximale Rand von proximalen Nerven, der distale von distalen versorgt wird. Das gilt für vordere wie hintere Extremität, lässt sich aber an letzterer besonders klar demonstriren, da man hier die Hautnerven zum grössten Teil auf bestimmte Spinalnerven zurückzuführen vermag. Selbstverständlich, wenn auch weniger klar, tritt das gleiche Prinzip der Nervenvertheilung ebenso bei den Muskelgruppen hervor. Ich stimme darin nicht mit Bardeleben (Anleitung z. Praepariren pag. 143) überein, der bei Besprechung der Innervation der proximalen Extremität meint, es genüge sich deren (phylo- und ontogenetisch) primitive Stellung, besonders der Hand bei den Wirbelthieren zu vergegenwärtigen, um zu begreifen, dass der N. radialis von den kranialen, der Medianus von den mittlern, der Uharis von den kaudalen Nerven des Plexus stammen müssen. Für die distale Extremität würde sich eine derartige Behauptung gar nicht halten lassen. Nicht der N. radialis, sondern die Nerven des Radialrandes der vordern Extremität beziehen ihre Fasern aus dem kranialen Theile des Plexus.

Ist die Extremität aus einem Konflux mehrerer Segmente entstanden, so muss deren Anzahl auch aus den im zugehörigen Plexus vorhandenen Spinalnerven direkt ablesbar sein. Paterson ist im Grunde der gleichen Ansieht, kommt aber mit Hilfe etlicher Willkürlichkeiten, wie Weglassen der Nn. cutanei femoris lateralis und posticus als nebensächlich, zu dem Schlusse, dass entsprechend der Behauptung Goodsir's die Extremitäten aus 5 Somatomen sich aufbauen. Wir können zwar hier das Thema über penta- oder heptadaktyle Urform der Extremitätenenden nicht auch noch in das Bereich unserer Betrachtungen ziehen - zumal es erst noch sehr des Beweises bedarf, dass die Anzahl der für die Extremität verbrauchten Somiten irgendwie bestimmend für die Auzahl der Finger ist - aber die Frage lässt sich doch nicht unterdrücken: "Wie verträgt sich die Annahme einer Entstehung der Extremität aus 5 Somiten mit dem Vorhandensein von 7 (oder 8) zugehörigen Plexuswurzeln?" Die Antwort wird lauten müssen: Ebensowenig wie mit Gegenbaur's Hypothese, dass die Extremität einem Kiemenbogen entstamme. Ein Segment des Kiemenapparates enthält nur einen einzigen Nerven, mag es mit langen oder kurzen Radien besetzt sein. Man müsste sich bequemen, allmählich mehr und mehr Nerven an dies Derivat eines einzigen Segmentes aus Nachbarsegmenten herantreten zu lassen. Aber wenn man eine solche Möglichkeit zugeben will, braucht man sich auch nicht zu scheuen, eine Inter- oder Exkalation eines Wirbels oder eines ganzen Segmentes für möglich zu halten.*)

^{*)} Paterson (On the fate of the muscle-plate etc, Quarterly journ. of microscop. science XXVIII) leugnet das Eindringen der Myotome in die Extremitätenanlage, wogegen Kollmann in seiner — mir

Besässen nun die Extremitäten eine unveränderliche Lage zum Rumpfe, so würde man gemäss ihrer oben geschilderten Herkunft erwarten dürfen, dass die der Extremität benachbarten Rumpfsegmente ihren typischen Bau aufwiesen, ausser wenn das direkt anstossende etwa zu einem Theile in die Extremitätenbildung mit einbegriffen wäre. Unsre distale Extremität steht aber nicht fest, sondern rückt proximalwärts, und die proximal von ihr gelegenen Segmente haben ihre klare Charakterisirung nicht behalten, sondern zeigen ganz augenfällig einen totalen oder partiellen Schwund ihrer Grenzen. Wir finden im 13. und 12. (ev. auch im 11.) Lumbodorsalsegment eine starke Reduktion der Rippen, die Ligamenta intermuscularia treten kaum noch in Spuren auf, die ursprünglich segmentalen Muskeln fliessen in breite Massen zusammen: alles Veränderungen, die deutlich in den zugehörigen Nerven ausgedrückt sind, denn sie zeigen uns in mehr oder weniger stark entwickelter Ansabildung eine ganz ähnliche Erscheinung wie der eigentliche Extremitätenplexus. Bei weit distal stehender Extremität reicht die Ansabildung gelegentlich bis D₁₂, bei stark proximal verschobenem Extremitätenplexus sehen wir auch D₁₁ noch eine Schlinge an D₁₂ herüberschicken. Ein Zusammenhang zwischen beiden Zuständen ist also unverkennbar, und ich fasse diese Verschmelzungserseheinungen in den unmittelbar vor der distalen Extremität gelegenen Segmenten als eine Art präparatorischer Fusion auf, die nicht vorhanden sein würde, wenn die Extremität entweder überhaupt keine Verschiebung erführe oder ihre definitive Stellung bereits erreicht hätte. Eine derartige Uebergangsoder Grenzzone müsste sich danach immer in der Richtung, die die wandernde Extremität einhält, vorfinden, also proximal von der distalen, distal von der proximalen Extremität, denn beide Extremitäten verschieben sieh gegeneinander. Die proximale Extremität hat nach dem Zeugniss der Plexusverhältnisse ihre definitive Stellung jedenfalls annähernd erreicht, die Uebergangszone ist dementsprechend schmäler und stabiler und wird gewöhnlich durch D2 abgeschlossen. Ich habe umfassendere Untersuchungen darüber, wie weit das 1. Dorsalsegment als eingeschmolzen bezw. schon für die Extremität verbraucht anzusehen ist, noch nicht anstellen können; ganz besonders fehlen mir Beobachtungen über das Verhalten der Nerven bei langer (wahrer)

leider erst nach Fertigstellung dieser Arbeit zu Gesicht gekommenen — Untersuchung über "die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13 bis 35 Urwirbeln" (Arch. f. Anat. u. Entwicklgsgesch. 1891, 1) - ausdrücklich hervorhebt, dass die laterale Lamelle des Myotomes (Urwirbels) in die Extremitätenleiste einund um sie herum in die ventrale Rumpfwand wächst. Das ist also ein direkter Beweis für die segmentale Abstammung des Haut- und Muskelmaterials der Extremität, und da zu jedem Myotom ein Neurotom gehört, wie Kollmann betont, so sehe ich in diesem embryologischen Befunde eine sehr erwünschte Unterstützung für unsere oben ausgesprochene Ansicht.

7. Halsrippe. Doch vermag ich schon jetzt bestimmt auszusprechen; Sobald das erste Dorsalsegment annähernd komplet erscheint, ist der Plexus brachialis noch nicht in die als normal geltende Stellung eingerückt, sondern stellt noch weiter proximal als gewöhnlich. Wenn nämlich die Ram perforantes lateralis und anterior des 1. Dorsalnerven beim Mensehen vorhanden waren — wofür mir Beispiele bisher fast in jedem Wintersemester entgegengetreten sind — vermisste ich niemals eine kräftige Wurzel aus C₄ an den Plexus brachialis, die sich in einen dorsalen und ventralen sekundären Truncus spalten liess. Das gleiche Bild erhielt ich am Plexus brachialis des Gorilla. Die letzte Wurzel des Plexus aus D₁ war hier wie dort auffallend dünn. Das Auftreten einer Sternalrippe am 7. Halswirbel würde als weiteres Rückwärtsschwanken gegen eine noch frühere Form zu gelten haben, und es ist mir sehr wahrscheinlich, dass in solchem Falle der Plexus brachialis entweder gar nichts oder nur ein Minimum aus dem D₁ bezieht, das erste Dorsalsegment also möglicherweise dabei ganz komplet erscheint. — Im Allgemeinen aber glaube ich an meiner Ansieht, dass das erste Dorsalsegment noch partiell zum Aufbau der proximalen Extremität verwandt wird, mit dem zweiten Dorsalsegment aber die Uebergangszone schon abschliesst, festhalten zu können. Denn D2 ist in der Mehrzahl der Fälle (Herringham, cit. nach Paterson) noch durch eine intrathorakale Schlinge mit D₁ in Verbindung. Paterson hat die Bedeutung der Uebergangszone zwischen Extremität und typisch segmentirtem Rumpf nicht erkannt, damit auch nicht die Bedeutung der Ansabildung zwischen den dahingehörigen Nerven am Anfang und Ende des Thorax. Die Verschiebung beider Extremitäten erfolgt eben auf Kosten des Thorax, d. h. auf Kosten typischer Somiten.

Sind aber erst in der Uebergangszone Verbindungen benachbarter Spinalnerven vorhanden, so erscheint es nicht unmöglich, dass in ihr nach dem gleichen Modus wie im eigentlichen Extremitätengeflecht eine Ueberwanderung von Elementen distaler Spinalnerven in proximale stattfindet. Dann wäre also ein N. ileohypogastricus, der bei weit distal stehendem Extremitätenplexus rein aus L₁ stammt, vollständig homolog einem solehen, der bei vorwärts verschobenem Plexus nur aus D₁₂ seine Fasern bezieht. Um konsequent zu sein, müsste man dem so verdrängten Nerven sein Verbreitungsgebiet erhalten denken und sähe sich zuletzt zu der Annahme gezwungen, dass mit dem Vorwärtsrücken der Extremität die anstossende Grenzzone immer reicher an Nerven, immer stärker an Muskelmasse wird. Das ist aber nicht nur unwahrscheinlich, sondern thatsächlich nicht der Fall. Es handelt sich sowohl im Plexus für die Extremität als in dem für die Grenzzone um eine Assimilation

proximal voranfgehender Elemente in den Plexus mit gleichzeitigem Austritt distaler; die Spinalnerven der Grenzzone werden allmählich dem Extremitätenplexus einverleibt, wie ihre sonstigen Bestandtheile der vorrückenden Extremität, und die beiden Nn. ileohypogastrici unseres Beispiels sind nicht rein homologe, sondern — um eine Bezeichnung Fürbringer's anzuwenden — nur parhomologe oder homodyname Nerven.

Durch die Zusammenstellung thatsächlicher Untersuchungsergebnisse und die sich unmittelbar daran schliessenden Betrachtungen sind wir zu dem gleichen Resultat gekommen wie Fürbringer, nachdem er die verschiedenen Hypothesen über die Extremitätenverschiebung gegeneinander abgewogen. Die meiste Wahrscheinlichkeit zeigt ihm die Annahme einer metamerischen Umbildung der Nerven und der von ihnen versorgten Haut- und Muskeltheile durch Neubildung ohne Ueberwanderung, "Fehlt auch dieser Hypothese die kausale Begründung", fügt er hinzn, "und ist auch der betreffende Prozess im Detail nicht leicht zu konstruiren, so hat sie jedenfalls das für sich, dass ihr keine bekannte Thatsache widerspricht und dass sogar manches Ergebniss der Untersuchung mit ihr übereinstimmt. Dies gilt namentlich für die häufig beobachteten Fälle, wo derselbe Muskel von Nerven versorgt wird, welche bei den verschiedenen Individuen derselben Thierart von verschiedenen Spinalnerven abstammen. In diesen Fällen haben wir bei den einzelnen Individuen verschiedene Stufen der Entwicklung repräsentirt, welche die einzelnen Stadien des phylogenetischen Entwicklungsvorgangs in deutlichster Weise rekapituliren resp. ihnen vorauseilen." Ob und wann es gelingen wird, die Ursache der Extremitätenverschiebung aufzufinden. wie weit speziell die Anpassung mit ins Spiel kommt, wollen wir hier dahingestellt sein lassen. An Details für die Konstruktion des Prozesses aber, glaube ich, besitzen wir jetzt reichliches Material, sauber konservirt, in den Nerven selbst.

Ueber die Art und Weise, wie sich die Verschiebung der Plexuselemente an dem N. furcalis zeigt, ist schon im ersten Theil dieser Arbeit berichtet und dabei auch unter den Ueberkreuzungsformen darauf hingewiesen worden, dass in einigen von ihnen das aus dem höher gelegenen Spinalnerven absteigende Bündel sich nicht in eine ventrale und dorsale Portion aufspalten lässt, sondern ganz in den ventralen Truncus der nächsten Plexuswurzel übergeht. Es scheint mir dies mehr als eine blose Zufälligkeit zu bedeuten und dafür zu sprechen, dass bei dem Vorrücken des Plexus zuerst ventrale Fasern aus der proximal gelegenen Wurzel in die nächstfolgende assimilirt werden. Das geschieht zunächst, solange die übertretende Portion nur sehr gering ist, noch unter Benutzung vorhandener Bahnen, z. B. in den auf pag. 288 unter 2. und 4. aufgezählten Fällen (Taf. IV, Fig. 17, 24, V, 36), wo die

Fasern der zarten Schlinge im Winkel zwischen L₄ und L₅ bezw. L₃ und L₄ sich noch auf eine Strecke der letzten Wurzel des Cruralis ventral anschließen. Erst mit zunehmender Stärke gewinnt die absteigende Portion einen selbständigen Verlauf. Das Hinzukommen dorsaler Fasern erfolgt dann in derselben Weise, aber augenscheinlich etwas später, wie man aus den verschiedenen komplizirten Bildern der Ueberkreuzungen ersehen kann. — Uebertragen wir diese Vorgänge an den Plexusnerven auf das ganze zugehörige — ursprünglich segmentale — Bildungsmaterial der Extremität, so müssen wir annehmen, dass die Assimilation neuen Materials aus voraufgehenden Segmenten zuerst ventral erfolgt. Sollte damit nicht die deutlich früher eintretende Einschmelzung der ventralen Segmentalabschnitte in der Uebergangszone in Zusammenhang zu bringen sein?*)

Wir brauchen also, um die Variationen zwischen Plexuslage und Bau der Wirbelsäule innerhalb eines Spezies verständlich zu machen, nicht zu dem etwas kühnen Mittel v. Jhering's zu greifen, der in dem Segmente der Vertebraten nur eine mehr oder minder lockere Kombination eines Skeletsegments (Sklero-myomer) und eines Nervensegments (Neuromer) sieht. Wenn der Nerv so locker mit den übrigen Bestandtheilen des Segmentes in Verbindung wäre, wie sollten denn dann Homologien überhaupt möglich sein? Denn dass in der Regel ein bestimmtes Neuromer mit einem bestimmten Skleromer zusammentreffen soll, beseitigt doch keineswegs die Gefahr einer unberechenbar willkürlichen Vertheilung der Nerven. Hinsichtlich des behaupteten Gegensatzes zwischen Neuromer und Sklero-myomer, dass ersteres ektodermalen, letzteres mesodermalen Ursprungs sei, dürfte erst noch die Entscheidung über den Ursprung des Mesoderms überhaupt abzuwarten sein. —

Wir haben bis jetzt die distal vom Plexus ischiadicus gelegenen, Genitalien, Perineum und das kaudale Rumpfende versorgenden Nerven vernachlässigt, obsehon ihr Verhalten gegenüber dem Vorrücken der Extremitätennerven unser Interesse beanspruchen muss. Die Derivate des Plexus pudendalis gelangen nicht zur Extremität

^{*)} Es wäre mir sehr erwünscht gewesen, meine Untersuchungen auch auf die Ursprünge der Plexuswurzeln aus dem Rückenmarke ausdehnen zu können; aber an alten Spirituspräparaten und unsern spärlichen sog. frischen Leichen ist es schlechterdings unmöglich, den Austritt der Nervenwurzeln aus dem Rückenmarke zu studiren, wie es R. Hilbert (Zur Kenntnis d. Spinalnerven. Diss. Königsberg 1878) gethan hat. Er fand dabei, besonders häufig und mannigfaltig beim Menschen, Asymmetrien der Ursprünge in Gestalt aufsteigender oder absteigender Anschlüsse an benachbarte Ursprungsgebiete. Da er sein Material aber peripher nur bis an die Spinalganglien berücksichtigte, so bleibt noch festzustellen, ob solche Irregularitäten zwischen benachbarten Nerven dicht am Rückenmark nicht vielleicht ebenfalls zum tiefern Verständniss der Plexusverschiebung beitragen können.

nnd verändern doch ihren Ursprung zugleich mit dem der eigentlichen Extremitätennerven. Wir entdecken hier nichts, was einer distalen Uebergangszone entspräche. Die Mündung des Urogenitaltraktus und das Ende des Darmes mit ihren muskulösen Apparaten stehen augenscheinlich in direkter Abhängigkeit vom Beekengürtel, sodass sie einer Lageveränderung desselben gegen die Wirbelsäule stets zu folgen gezwungen sind. Anch hier bilden die Nerven die sichersten Zeugen, denn ihre eng nachbarlichen Beziehungen zu dem Plexus der Extremität bleiben stets die gleichen, mag nun L₅ den N. furcalis darstellen oder L₃ schon im Begriff sein, die Funktionen eines solchen ganz zu übernehmen. Auch über die Herkunft des Materials, aus dem sich die Pudendalregion aufbaut, geben die Nerven genügende Auskunft, indem sie erkennen lassen, dass nicht nur mindestens ein kaudal zur Extremität gelegenes Segment, sondern auch noch Theile aus den letzten drei, die Extremität herstellenden Segmenten zur Verwendung gelangen. Das erklärt uns dann auch, weshalb die Plexus ischiadicus und pudendalis sich nie von einander entfernen können.

Viel äusserlicher ist das Verhältniss zwischen Plexus pudendalis und caudalis. Rückt der erstere zusammen mit dem Extremitätengeflecht vorwärts, so werden, wie wir sahen, distale Elemente aus ihm ausgeschieden. Diese zurückgelassenen Nerven, die wir eben als Plexus caudalis bezeichnen, müssten also mit dem Vorrücken der Extremität an Zahl zunehmen, wenn der kaudale Körperabschnitt sich beim Menschen nicht gleichzeitig verkürzte, wie Rosenberg nachgewiesen. Und diese Verkürzung besteht selbstverständlich nicht nur in einer Reduktion der Knochen und Muskeln, sondern auch der Nerven. Wir werden aus diesem Grunde meist annähernd die gleiche Anzahl von Spinalnerven im Plexus caudalis vorfinden und dadurch leicht den Eindruck erhalten, als ob der Plexus zugleich mit den voraufgehenden Geflechten verschoben würde.

Die Kaudalregion gewinnt für uns an Bedentung, wenn wir die distale Extremität nicht durch Auswerfung einer grössern oder geringern Zahl präsakraler Wirbel bezw. Segmente in ihre jetzige Stellung gerückt denken, sondern durch allmälige Assimilation proximaler, Ausscheidung distaler Körpersegmente. Denn daraus folgt, dass der Beckengürtel mit seiner Extremität sich einst über die jetzige kaudale Wirbelsäule herübergeschoben haben muss. Ein solcher Prozess kann nicht ablaufen ohne Spuren zu hinterlassen, und ich meine, sie sind deutlich genug, diese Spuren, die uns den Weg zeigen, den die Extremitäten bei ihrer Verschiebung genommen haben. Es ist doch höchst auffallend, dass abgesehen vom Kopfe sich nur zwischen den Extremitätenparen vollwertige Körpersegmente finden, in der Cervikal- und Kau-

dalregion dagegen ganz augenscheinlich nur Rudimente ehemals kompleter Segmente vorhanden sind. Die Nerven dieser Regionen sind durch Schlingen unter sich verbunden, die zugehörigen Segmente sind also konfluirt, ähnlich wie in den Uebergangszonen zwischen Extremitäten und Rumpf, aber doch verschieden davon; denn die Uebergangszonen lassen zwar eine Einschmelzung, aber nicht einen Schwund des segmentalen Materials erkennen, in Hals- und Schwanzregion dagegen, vornehmlich in letzterer, tritt eine Rückbildung unter Verlust ventralen und lateralen Materials auf. Das sind die Wegspuren der Extremitäten. An der proximalen Extremität, für die alle Beobachter übereinstimmend eine kandal gerichtete Bewegung annehmen. liegen die Verhältnisse vielleicht etwas klarer als an der distalen. Je weiter distal der Plexus brachialis rückt, desto länger wird der aus rudimentären Segmenten zusammengesetzte Hals. Da wir zunächst zwar nur für den Menschen, aber für diesen sicher, ein Proximalwärtsrücken der distalen Extremität nachgewiesen haben, können wir auch behaupten, je weiter die Beckengliedmasse sich vorwärts bewegt, desto länger wird der kaudale Körperabschnitt — wenn er nicht gleichzeitig so stark reduzirt würde. Wir dürfen aber, glaube ich, die für den Menschen festgestellten Thatsachen auch für die übrigen Wirbelthiere gelten lassen und annehmen, dass bei allen die distale Extremität sich proximalwärts verschiebt, nicht, wie Paterson meint, nur bei Asinus und Cuscus. Denn nie lässt sich kaudal zur distalen Extremität ein auch nur annähernd kompletes Segment auffinden. Ich muss bei dieser Auffassung selbstverständlich die Ansicht, die distale Extremität befinde sich in einem "sekundären" Vorrücken, nachdem sie vom Kiemenskelett, ihrem Ausgangspunkte, primär über den Körper kandalwärts gewandert sei, als gänzlich unhaltbar betrachten. Die distale Extremität hat sich immer nur in kranialer Richtung bewegt. Wäre sie schon einmal über den Rumpf kaudalwärts verschoben worden, so besässe der Rumpf seine Segmentirung nicht mehr.

Hiermit ist auch meine Stellung zur Frage der Regionenbildung der Wirbelsäule praezisirt. Wo keine Extremitäten vorhanden sind, fehlen auch die Regionen, in die man die Wirbelsäule nach dem Vorhandensein rippenloser und rippentragender Wirbel einzutheilen pflegt, und es geht vom Kopf bis zum Schwanz eine gleichmässige Segmentirung durch. Bei dem Auftreten von Extremitäten bleiben am proximalen und distalen Ende des Körpers eine Anzahl Segmente nur noch in ihren dorsalen Abschnitten kenntlich, die lateralen und ventralen gehen in die Extremität auf. Mit der Verschiebung der Extremität bleiben an deren vorherigem Standort die dorsalen Abschnitte der Segmente unverändert erhalten, die ventralen

und lateralen Absehnitte jedoch werden nieht ad integrum restituirt, sondern bleiben rudimentär. Sollte vielleicht der Ausdruck "rudimentär" speciell für die Cervikalregion anstössig erscheinen, so könnte man ihn dahin mildern, dass man sagt: Die von der weiterrückenden Extremität wieder ausgeschiedenen Segmente haben das Vermögen verloren ihre Elemente wiederum segmental zu dissoziiren, sie bleiben verschmolzen. Für die Kaudalregion dagegen tritt noch eine quantitative Verminderung des konfluirten Materials hinzu. Der Morphologe wird also nicht mehr einfach nach dem Skelett den rippenlosen oder nur mit Rippenrudimenten versehene Abschnitt der Wirbelsäule zwischen Kopf und Thorax als Halsregion bezeichnen dürfen, sondern unter Berücksichtigung der jeweiligen Nervenverhältnisse eine längere oder kürzere cervikale (praebraehiale) von einer braehialen Region zu unterscheiden haben. An die brachiale sehliesst sieh die dorsale oder thorakale an; proximale wie distale Uebergangszone sind ihr noch zuzurechnen. Darauf folgt eine crurale und eine kaudale Region. Die crurale umfasst die bisher sogenannte lumbare und - je nach der Ausdehnung des Plexus cruralis - den proximalen Abschnitt der sacralen Region, deren distaler Theil schon in die Kaudalregion fällt. Beim Menschen reicht normaler Weise die Cervikalregion vom 1. bis zum 3., die braeliale vom 4. bis 7., die thorakale vom 8. bis 20., die crurale vom 21. bis 27., die kandale vom 28. bis 33. (34.) Wirbel. Die Abgrenzung einer lumbaren und sacralen Region, wie sie die systematische Anatomie kennt, basirt lediglich auf den groben Unterschieden in der durch funktionelle Anpassung erworbenen Form der Skelettelemente. Nennen wir aber die Region, die ihre Nerven sämtlich zur distalen Extremität schickt, regio cruralis, so wird es uns gleiehgiltig sein, ob am 20. Wirbel noch eine freie Rippe sich entwickelt oder gelegentlich der 24. Wirbel mehr oder weniger dem Sacrum einverleibt ist. Derartige Varianten haben nur insofern eine tiefere morphologische Bedeutung, als eine lang entwickelte 13. Rippe uns auf einen weit distal stehenden Plexus hinweist ebenso wie umgekehrt die völlige Assimilation des 24. Wirbels an das Sacrum uns auf eine abnorme Vorwärtsverschiebung des Plexus d. h. der Extremität schliessen lässt — aber diese Bedeutung ist uns hier wiederum erst durch das Verhalten der Nerven klar geworden.

Es bedarf nach Allem kaum der Erwähnung, dass ich jeden Versuch, die Wirbel versehiedener Vertebraten anders als der einfachen Reihenzahl nach zu homologisiren, als jeglicher Begründung nicht nur, sondern auch jeglicher Wahrscheinlichkeit entbehrend ansehen muss. Der 10. Wirbel des einen Thieres ist homolog dem 10. des andern, — es braueht deshalb noch keine Homodynamie zwisehen beiden zu bestehen;

dem es kann z.B. der 25. Wirbel des einen Individuums frei, der des andern Träger des Beckengürtels sein.

Lässt man für die Extremitäten einerseits eine Entstehung aus einer bestimmten Anzahl von Körpersegmenten, andrerseits die Möglichkeit einer Verschiebung auf Kosten von Nachbarsegmenten gelten, so muss man auch die Plexusnerven auf die den Typus segmentaler Nerven repräsentirenden Interkostalnerven beziehen können. Das Verhalten der Spinalnerven in den Uebergangs- oder Grenzzonen legt ja den Gedanken an eine Parallelisirung sehr nahe. Da sind durch die grössere oder geringere Fusion der Segmente die zugehörigen Nerven zwar auch schon verändert, haben aber doch die Hauptcharaktere der echten Interkostalnerven, die Rami perforantes lateralis und anterior, noch beibehalten, wenn auch nicht ganz rein. — Das gewöhnliche Beispiel dafür liefert der erste Lumbarnerv, der, wie Pansch sich vorsichtig und richtig ausdrückt, den Interkostalnerven "ähnelt"; denn er hat einen doppelten Ram, perf. ant. und, wie wir früher gesehen haben, nicht selten auch einen doppelten Ram. perf. lateralis, sowohl vom Heohypogastricus als vom Heoinguinalis. Bei dem zweiten Lendennerven wird es noch viel schwerer und unsicherer, die Parallelisirung mit den Interkostalnerven auszuführen. Ist er doch sehon zum Theil oder ganz und gar dem Extremitätenplexus einverleibt. Und in dem letztern für jeden daran Theil nehmenden Spinalnerven die segmentalen Charakteristica bestimmen zu wollen, könnte man nur dann mit einiger Aussicht auf Erfolg wagen, wenn es keine Verschiebungen der Extremitäten bezw. der Plexuselemente gäbe. Nur eins ist hier zu erreichen möglich, nämlich festzustellen, welche Plexusderivate man etwa dem Ram. perfor. lateralis, welche dem Ram. perfor. anterior zu homologisiren hat. Paterson, der dieser Frage mehrfach näher tritt, geht noch nicht soweit ins einzelne, sondern will nur beweisen, dass die Plexuswurzeln überhaupt den Interkostalnerven homolog sind. Vor ihm waren Goodsir und Herringham zu der Ansicht gelangt, dass mit den Wurzeln des Plexus brachialis nur die Rami perforantes laterales der Interkostalnerven in Parallele gestellt werden dürften. Paterson trägt embryologische und vergleichend anatomische Thatsachen zusammen, um darzulegen. dass man die Plexuswurzeln den ganzen Interkostalnerven gleichsetzen mijsse, und das ist auch zweifellos das Richtige. Denn wo sollen die Aequivalente der Rami anteriores geblieben sein? Durch die Ausbildung der Extremitäten erleidet doch der Körper ventral keinen Defekt, erfährt vielmehr da noch eine besondere Kräftigung. So gut gewählt aber Paterson's Beweismaterial ist, kann ich doch seinen Folgerungen nicht zustimmen. Denn er sieht die Theilung der Plexuswurzeln in sekundäre dorsale

und ventrale Trunci an, wie die Theilung des Interkostalnerven in Ram, perfor, lateralis und anterior. Nun ist aber der sekundäre dorsale Truncus des Plexusnerven rein dorsaler Natur, der Ram, perforans lateralis des Interkostalnerven dagegen spaltet sich stets wieder in einen dorsolateralen und ventrolateralen Zweig, deren letzterer rein ventraler Natur ist. So komme ich zu dem Schlusse, dass den sekundären dorsalen Trunci der Plexusnerven nur der dorsolaterale Zweig eines Ram, perfor, lateralis homolog sein kann, den sekundären ventralen Trunci dagegen der ventrolaterale Zweig des Ram, lateralis und der Ram, perf, anterior, natürlich immer einschliesslich der zugehörigen Muskeläste. Dann decken sich die Begriffe dorsal und ventral, wie wir sie für die Orientirung am Rumpfe gebrauchen, mit den gleichen Begriffen an den Extremitäten, letztere in ihrer phylogenetisch und ontogenetisch primitiven Stellung betrachtet. Die seitliche Mittellinie giebt am Rumpfe die Grenze der beiden Bezirke an. Die Extremitätenknospe erscheint zunächst jederseits als Falte im Bereiche des lateralen und ventralen Drittels des embryonalen Körpers, begreift also eine durch die seitliche Mittellinie abgesetzte kleinere dorsale, eine grössere ventrale Masse von Bildungsmaterial in sich. Ich verweise hierbei auf Patersons sinnreiche Schemata, die diese Verhältnisse vorzüglich illustriren.

Rami dorsolaterales	Rami ventrolaterales	Rami anteriores
Ram. perf. lat. des lleohypo- gastricus (dorsolateral und absteigend)	Ram. perf. lat. des Ileohypo- gastricus (ventrolateral, oft ganz vom Ileoinguinalis)	
Ram. lateralis des Lumboingui- nalis	Ram. medialis des Lumboingui- nalis	Spermaticus externus
Cutaneus fem. lateralis		
Cutaneus fem. anterior + Sartorius	Cutan. fem. medialis + Pectineus	Obturatorius (+ Ram. cutan.)
Cruralis (für 4 ceps)	Saphenus magnus	
Peronens	Tibialis	
Cutan, fem. posticus (lateral)	Cutau. fem. posticus medial.	Nn. für Quadrat. fem., Obtur. int. und Gemelli
Cutan. clunium inf. lateral.	Cutan. perinei (vom Cutan. fem. post.)	
Cutaneus elunium inf. medial. (Perforans)	Ram. perinealis Pudendi	N. dorsalis penis.
Perforans coccygeus maior	N. haemorrhoidalis ext.	

Aus der Einzelbesprechung der Plexusderivate im zweiten Abschnitte dieser Arbeit geht schon hervor, welche Nerven ich zu der dorsalen Hälfte der Plexus

rechne, welche zur ventralen. Wenn ich sie hier noch einmal nebeneinander ordne, um dadurch eine rasche Uebersicht zu ermöglichen, so brauche ich wohl nicht zu betonen, dass es mir nicht in den Sinn kommt, die aufgezählten Nerven etwa im Einzelnen als segmentale Homologe aufzufassen, denn das geht in Folge der Plexusverschiebung nicht mehr an und zumeist entspringen sie ja auch aus mehreren Wurzeln. Vielmehr sollen die Reihen nur ausdrücken, welche Nerven meiner Ansicht nach aus einer Verschmelzung der homologen dorsolateralen, ventrolateralen und vordern Aeste der als ursprünglich rein segmental zu denkenden Plexuswurzeln entstanden sind. Die Uebergangszone ist mit berücksichtigt.

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, dass der Genitoeruralis in der angegebenen Weise auf den Typus eines Segmentalnerven am besten in Plexus mit L₅ als N. furcalis zurückzuführen ist. Allerdings muss man dabei aunehmen, dass die Muskelzweige des Lumboinguinalis bereits in den Cruralis übergegangen sind. Am distalen Ende des Plexus sind der N. pudendus und der Cutaneus clun. inf. medialis (Perforans) nebeneinandergestellt. Die Zusammengehörigkeit der beiden scheint mir am besten durch die Fälle erläutert zu werden, in denen der sog. Perforans von dem Ursprung des Pudendus abzweigt. Aber auch bei dem viel häufigeren Vorkommen eines selbständig entspringenden Perforans bezieht er seine Hauptwurzel konstant aus dem gleichen Spinalnerven wie der Pudendus. — Von den übrigen Nerven der Tabelle kann man wohl wegen des öfter beobachteten gemeinsamen Ursprungs den Cutaneus fem. lateralis und einen Theil des Cutaneus fem. medialis als die beiden Hautzweige eines Ram. perforans lateralis des 3. Lendennerven ansehen, die zugehörigen Muskelnerven sind in den Cruralis aufgegangen. Der Ramus anterior dieser Wurzel wäre dann in einem Theil des Obturatorius und des Cutaneus obturatorii zu suchen.

Es mag auffallen, dass ich den N. obturatorius mit seinem Hautast, die Nerven für die Mm. rotatores femoris und den N. penis den Rami anteriores der ersten beiden Lendennerven anreihe und sie dadurch auch als unter sich gleichwertig darstelle. Der letztere Punkt ist zum Theil schon bei Besprechung der Rotatorennerven berührt, und ich habe früher für sie und den Obturatorius den gemeinsamen Namen "Nn. lumbosacrales anteriores" vorgeschlagen. Bedürfte es noch eines besondern Beweises für die morphologische Zusammengehörigkeit der Adduktoren- und Rotatorengruppe, so findet er sich in der Beobachtung Wilsons*), wo der ungewöhnlich starke Nerv des Quadratus

^{*)} Abnormal distribution of the nerve to the quadratus fem in man. Johnn. of Anatomy and physiology XXIII, pg. 354 ff.

Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle. Bd. XVII.

femoris nach Abgabe seiner gewöhnlichen Zweige an Gemellus inf., Hüftgelenk und Quadratus zwischen Obturator externus und Proximalrand des Adductor magnus auf des letztern Ventralfläche trat und ihn 2 Zoll breit innervirte. Der distale Theil des Muskels wurde regulär vom N. obturatorius versorgt. Leider sagt der Autor nichts über die Verhältnisse im Plexus, die doch höchst wahrscheinlich einen Fingerzeig hätten geben können, wie die sonst im Obturatorius verlaufenden Fasern in die Bahn des Quadratusnerven gelangt sind. Zu konstruiren ist ja der Process unschwer. Denn wir haben bei der Besprechung der Rotatorennerven gesehen, dass der Nerv für Quadratus fem. seine Fasern aus der ersten Wurzel des Plexus ischiadicus erhält. Derselbe Spinalnerv giebt aber gleichzeitig die letzte Wurzel für den N. obturatorius ab, sodass eine Abspaltung der Fasern zu dem genannten Adductorabschnitt recht wohl verständlich würde, wenn man nachweisen könnte, dass sie für gewöhnlich in der letzten Obturatoriuswurzel verliefen. Bei den Marsupialien scheint übrigens die Ausdehnung des Quadratusnerven auf den ganzen Adductor magnus typisch zu sein, soweit Cunninghams*) und Wilsons Beobachtungen reichen. Aber gegen die Unveränderlichkeit der Beziehungen zwischen Nervenversorgung und Muskelhomologie spricht das keineswegs, wie der Erstere will. Man muss nur die Grenzen, in denen eine gewisse Variation hinsichtlich des Nervenverlaufs stattfinden kann, nicht zu eng ziehen, wie Cunningham es thut. Dann braucht man auch noch lange nicht die Entstehung der Variante ins Rückenmark oder ins Gehirn zu verlegen, sondern wird meist schon im Plexus eine Aufklärung erhalten.

Den N. penis den Nn. lumbosaerales anteriores beizugesellen, fühle ich mich berechtigt durch die typische Lage seiner ersten Wurzel, die sich konstant von einer Wurzel des Nerven für den Obturator internus abzweigt. Dadurch werden die Lagebeziehungen dieses Nerven zum Plexus die gleichen wie bei den vorgenannten.

Diese Nervenserie als (einen Konflux mehrerer) Rami anteriores aufzufassen, darin werde ich durch zwei Thatsachen bestärkt. Erstens werden von ihr Muskeln und Haut in unmittelbarer Nähe der ventralen Mittellinie des Körpers versorgt wie von den Rami anteriores typischer Interkostalnerven. Das Bild gestaltet sich nur etwas ungewöhnlich infolge der starken Verkürzung, die der Körper gerade an dieser Stelle im Bereich der Mittellinie erfahren hat, wodurch das äussere Genitale weit proximalwärts zwischen die Pubica hineingeschoben erscheint, während es ursprüng-

^{*)} Report on some points in the anatomy of the Thylacine etc. Zoolog. Challenger Exped. Part. XVI, 1881.

lich distal vom Ischium sich befand. Dadurch kommt es denn, dass Nerven aus dem Ende des Plexus lumbosacralis Theile versorgen, die scheinbar weiter proximal gelegen sind als die Verbreitungsgebiete von Nerven aus dem Anfange des Plexus. — Bei den Nn. thoracici anteriores, die ich in den früheren Mittheilungen vorläufig als den Nn. lumbosacrales anteriores analog bezeichnete, aber ausserdem als deren zweifellose Homologa betrachte, wird der Versuch einer Reduktion auf Rami anteriores typischer Interkostalnerven erleichtert durch die Beziehungen dieser Nerven zu dem M. sternalis. Letzterer wird bekanntlich nicht nur von den Rami anteriores mehrerer Interkostalnerven (des 3.—5.), sondern auch noch durch einen Zweig der Nn. thoracici antt., der den Pectoralis maior durchbricht, innervirt. Eine Doppelversorgung eines nicht zusammengesetzten Muskels aber kann nur aus gleichartigen Nerven erfolgen.

Die zweite Thatsache ist der Abgang der in Rede stehenden Nerven aus dem Plexus und der von ihnen eingeschlagene Weg nach ihren Endgebieten. Hier werden uns wieder die Befunde in den Uebergangszonen bedeutungsvoll. Wir sehen am 12. Dorsalnerven den Ramus anterior oft nicht mit dem Ram. lateralis verlaufen, sondern gleich nach dem Austritt aus dem Foramen intervertebrale abgespalten. Er hält sich dabei aber immer noch an der lateralen Bauchwand. Bei L₁ ist das sehr häufig schon nicht mehr der Fall: der Heoinguinalis, sofern er den reinen Ramus anterior darstellt, zieht vom Austritt aus dem Psoas sofort nach dem lateralen Rande seines Innervationsgebietes, schräg durch die Fossa iliaca in die Bauchwand. Der Ram. anterior aus L₂ (Spermaticus ext.) verfolgt einen noch direkteren Weg, indem er gleich auf dem Psoas mit nur geringer lateraler Abweichung die Bauchwand erreicht. Dies Verhalten ist mehr als eine blosse Zufälligkeit, es liegt etwas gesetzmässiges in einer solchen Emanzipation, das sich vielleicht am besten so formulieren lässt: "Die Rami anteriores der Spinalnerven zeigen in den Uebergangszonen je näher der Extremität, um so mehr das Bestreben, auf dem kürzesten Wege ihr Endgebiet zu gewinnen." An der proximalen Extremität ist zwar die Uebergangszone viel schmaler, aber auch da lässt sieh die Wahrheit dieses Satzes erweisen. Ich fand beim Gorilla beiderseits und verschiedene Male beim Menschen den Ram. anterior des 1. Dorsalnerven gleich vom Austritt aus der Wirbelsäule frei und seitlich über die Pleurakuppel hinweg nach dem ventralen Ende des Interkostalraumes bezw. gegen das Austrittsloch verlaufend. — Im Plexus selbst erscheint das Bestreben, den Weg abzukürzen, noch mehr ausgesprochen; die aus Homologis der Rami anteriores entstandenen Nerven heben sich unmittelbar von der Vorderfläche des Plexus und wenden sich direkt ventral gegen ihr Versorgungsgebiet. So sehen wir es im Plexus brachialis an den Nn. thoracici antt., im Plexus lumbosacralis an den Nn. lumbosacrales antt.

Voigt hat in seinen "Beiträgen zur Dermatoneurologie" ein System von Linien auf dem menschlichen Körper konstruirt, welche die Haut des Rumpfes in ein vorderes, der Vertheilung der Rami perf. anteriores entsprechendes, ein seitliches, den Rami perf. laterales angehöriges, und ein hinteres, von den Rami perff. posteriores versorgtes Verästelungsgebiet eintheilen. Das seitliche Gebiet lässt er in das hintere der proximalen, in das vordere der distalen Extremität übergehen. Aber da ergiebt sich eine Reihe von Willkürlichkeiten und Unzuträglichkeiten, dorsale Nerven sind in einem Gebiete mit ventralen bunt zusammengelegt, sodass die Eintheilung völlig unbrauchbar wird. Hätte Voigt in sein seitliches Verästelungsgebiet noch eine Linie, gewonnen durch Verbindung der Austrittsstellen der Rami perforantes laterales, eingetragen, so würde er ein besseres Eintheilungsprincip gefunden haben. Denn dadurch wird die ventrale Hälfte des Rumpfes von der dorsalen abgegrenzt, und in der erstern besteht ein rein ventrales neben einem ventrolateralen, in der letztern ein rein dorsales neben einem dorsolateralen Verästelungsgebiete. Wenden wir dann für die Extremitäten unsere im Vorstehenden begründete Auffassung der Plexusnerven an, so lässt sich von der Austrittstelle des Ram. lateralis des Heohypogastricus aus die laterale Mittellinie des Rumpfes nach dem Medialrand der Patella, von da entlang der Crista tibiae zum Medialrand des Fusses und rückläufig vom Lateralrand des Fusses und der Ferse, entlang der Achillessehne, medial am Köpfehen der Fibula vorüber gegen das Tuber ischii verfolgen, von wo sie mit distaler Konkavität gegen das Steissbein hin ausläuft.*) Dass diese Linie die einzig praktikable für die distale Extremität ist, wird man schon daraus entnehmen, dass durch sie das Gebiet der dorsalen Hautnerven vollständig von dem der ventralen geschieden wird. Und projizirt man die Linie auf die tiefen Theile, so werden in der Muskulatur dorsale und ventrale Gruppen ziemlich rein abgesetzt. Man ersieht auch ohne Weiteres den Grad der Einwärtsrotation, durch welche die Extremität aus der phylo- und ontogenetisch primitiven Stellung in die definitive Lage zum Körper gekommen ist.

Abduzirt man den Schenkel in der Frontalebene und rotirt ihm etwas auswärts, so erhält man die primitive Stellung annähernd wieder, und es fällt die Seiten

^{*)} Für die proximale Extremität ist die Verlängerung der Seitenlinie gleichermassen einfach zukonstrniren, wenn man dorsale und ventrale Plexusderivate streng auseinander hält.

linie des Rumpfes in die gleiche Ebene mit der dorsoventralen Grenzlinie der Extremität, wobei letztere zugleich den proximalen und distalen Rand der Extremität markirt. Entlang dem proximalen Rande entfalten sich in die Schenkelhaut an dorsalen Nerven nacheinander 1. der Dorsolateralzweig des Ram, perf. lateralis vom Heohypogastricus, 2. der Lateralzweig des Lumboinguinalis, 3. der Cutaneus fem. lateralis, 4. der Cutaneus fem. anterior. Entlang dem distalen Rande folgen sieh 1. der Cutaneus elun. inf. medialis (Perforans), 2. der Cutaneus elun. inf. lateralis, 3. der Cutaneus femoris posticus lateralis. Vergleicht man diese Reihenfolge mit dem Ursprung der betreffenden Nerven aus dem Plexus, so ergiebt sich, dass an dem proximalen (praeaxialen) Rande die der Körperaxe näher gelegenen Hautpartien von Nerven versorgt werden, die weiter proximal im Plexus entspringen als die Nerven zu den der Körperaxe ferner liegenden Stellen, dass dagegen in dem distalen (postaxialen) Gebiete es sich gerade umgekehrt verhält. Es bedarf keiner speziellen Ausführung, dass bei der Innervation der ventralen Partien das Gleiche der Fall ist. Dies Ergebniss stimmt völlig mit einem der allgemeinen Sätze überein, die Herringham aus einer eingehenden Untersuchung der Innervationsverhältnisse der proximalen Extremität gewonnen hat. Ich eitire nach Paterson, der diese Sätze in vollem Umfange für die Extremitäten überhaupt angewandt wissen will, und lasse sie hier ihrer Wichtigkeit wegen wörtlich folgen: 1. Von 2 Muskeln oder 2 Theilen eines Muskels ist der dem proximalen Ende des Körpers nähere von einem proximalen, der dem distalen Ende nähere von einem distalen Nerven versorgt; — 2. Von 2 Muskeln ist der der Längsaxe des Körpers näher gelegene von einem mehr proximalen Nerven versorgt als der weiter gegen die Peripherie gelegene; — 3. Von 2 Muskeln ist der oberflächlichere von mehr proximalen Nerven versorgt als der tiefere; — 4. Von 2 Hautstellen ist die näher dem präaxialen Rande der Extremität gelegene von einem mehr proximalen Nerven versorgt; — 5. Von 2 Hautstellen im präaxialen Gebiet wird die distale von einem mehr distalen Nerven versorgt; von 2 Stellen im postaxialen Gebiete aber wird die distale von einen mehr proximalen Nerven beschickt.

Hinsichtlich der Hautnerven berechtigen unsre Befunde uns ohne weiteres den Ansichten Herringhams beizutreten. Die Muskelinnervation der distalen Extremität scheint sich mir aber nicht in gleich einfacher Weise abhandeln zu lassen. Nehmen wir als Beispiel zunächst die Gruppe der Mm. flexores eruris, so passt das unter 1. Gesagte ganz gut, da der Bicepsnerv weiter distal im Plexus entspringt als der Nerv des Semimembranosus. Dagegen wird der zweite Satz schon durch den Semitendinosus widerlegt; denn dessen proximaler Bauch erhält einen Nerven, dessen

Fasern distal zu denen für den distalen Bauch aus dem Plexus kommen. Ausserdem vergleiche man auch die Innervation der Rotatoren, um das Gegentheil zu sehen. — Der dritte Satz steht ebenfalls im Widerspruch mit der Thatsache, dass die Nerven des Semitendinosus weiter distal entspringen als die für den Semimembranosus, oder, was noch leichter zu erkennen, dass der M. glutaeus maximus seine Nerven aus weiter distal gelegenen Wurzeln bezieht als die von ihm gedeckten Mm. glutaei medius und minimus. Ich habe das Verhalten der Armmuskelinnervation noch nicht näher studiren können, muss also einstweilen dahingestellt sein lassen, ob Herringhams Sätze dort zu Recht bestehen. —

Zum Sehlusse komme ich noch einmal auf die in meinen frühern Mittheilungen gemachten Vorschläge hinsichtlich einer Regelung der Nomenklatur für das hier behandelte Gebiet zurück. Lässt man die Gesamtbezeichnung "Plexus lumbosaeralis" bestehen, so dürfte es sich doch aus morphologischen wie praktischen Gründen empfehlen, die Nerven, welche direkte Beziehungen zur distalen Extremität gewinnen, nicht wie bisher in einen Plexus lumbaris und ischiadicus auseinanderzureissen, zumal der erstere gar nicht alle Lendennerven in sich begreift, der Name des letzteren aber ganz unpraktisch erscheint, da er noch nicht einmal wie jener das Ursprungsgebiet der zugehörigen Nervenmasse bezeichnet. Ein einfacher "Plexus cruralis" giebt sofort das Verbreitungsgebiet der Nerven an, wie die Nerven der Oberextremität in einen "Plexus brachialis" zusammengefasst sind. Ans der proximalen Hälfte eines solchen Plexus cruralis entwickelt sich ein "N. femoralis anterior", der bisherige Cruralis, aus der distalen Hälfte ein "N. femoralis posterior", der bisherige Ischiadicus, der früher oder später in seine beiden Hauptkomponenten, Tibialis und Peroneus, zerfällt. Distal ist, zwar ohne direkte Beziehungen zur Extremität, untrennbar mit dem Plexus cruralis der Plexus pudendohaemorrhoidalis oder perinealis verbunden. Die darüber hinaus gelegenen kaudalen, rudimentären Spinaluerven behalten ihren Namen "Plexus candalis", dessen genaue Abgrenzung gegen den vorhergehenden aber erst noch aus vergleichend-anatomischen Untersuchungen gewonnen werden muss. Am proximalen Ende des Plexus lumbosacralis aber würden die rein abdominalen Nerven der Uebergangszone aus den Beschreibungen der Extremitätennerven auszuscheiden, eventuell als dorsolumbare Uebergangsnerven zu charakterisiren und zusammen mit den reinen Dorsalnerven zu behandeln sein.

In den vorliegenden Blättern glaube ich nicht nur den Nachweis geleistet zu haben, dass in der makroskopischen Anatomie des Menschen noch manches klar-

gestellt werden kann, sondern auch der Rolle eines Vermittlers zwischen den auseinandergehenden Ansichten über den Bau des Plexus lumbosacralis einigermassen gerecht geworden zu sein. Wenn sich in den Betrachtungen des letzten Theiles meine Folgerungen gelegentlich über den Mensehen hinaus auf die Wirbelthiere im Allgemeinen erstrecken, kann man mir vielleieht den Vorwurf machen, dass ich die Berechtigung dazu erst durch eine entsprechende Bearbeitung vergleichend-anatomischen Materials hätte erlangen müssen. Dazu fehlt es mir aber einmal an Zeit und Material, andrerseits habe ich weder bei v. Jhering und Paterson noch sonstwo vergleichende Angaben gefunden, die meiner Auffassung von Plexus- und Extremitäten-Bildung und Verschiebung widersprächen, sodass ich die Ueberzeugung hege, jede Nachuntersuchung einer genügend grossen Anzahl Individuen einer beliebigen Wirbelthierspezies werde ganz den meinigen gleiche Resultate zu Tage fördern. Durch meine Auslegung der Thatsachen wird man auch nicht mehr gezwungen sein, in dem Masse wie bisher für jeden nicht unmittelbar klarliegenden Befund die dereinstige Entscheidung der Embryologie zuzuschieben. Die Embryologie wird auch später nicht auf jede Frage eine Antwort geben.

Zu den Tafeln III—V.

Die Figuren sind nach den Originalzeichnungen verkleinert. Durchgängig sind die spinalen Plexuswurzeln so bezeichnet, dass mit L_1 der 21. Spinal- (13. Dorsolumbar-) nerv, mit S_1 der 26. Spinal- (18. Dorsolumbar-) nerv benannt ist.

Für alle Figuren giltige Bezeichnungen:

```
D_{11}, _{12} = N. dorsalis XI, XII.
```

 $L_{1-5} = N$. lu mbaris I— V.

 $S_{1-5} = N$. sacralis 1-V.

C = N. eoceygeus.

a = N, perforans coccygens major.

b, b = Nn. perforantes coccygei minores.

bib = N. für das Caput breve bicipitis.

bil = , , , longum

cfa = N. entanens fem. anterior.

cfi = , , medialis.

ctl = , , lateralis.

cfp = ", " posticus communis.

cocc = N. für den M. eoceygens.

cu = " " " eurvator eoecygis.

Cr = N. cruralis.

tlex = Nn. für die Mm. flexores cruris.

ge = N. genitoeruralis.

gi = N. für den M. gemellus inferior.

gli = N. glutaeus inferior.

gls = , superior.

gs = N. für den M. gemellus superior.

hac = N. haemorrhoidalis externus.

ii = N. ileoinguinalis.

ih = N. ileohypogastricus.

il = N. für den M. iliacus.

ip = , , , ileopsoas.

lev = N. für den M. levator ani.

li = N. lumboinguinalis.

ob = N, obturatorius.

oba = N. obturatorius accessorius.

oi = N. für den M. obturator internus und (wenn nicht besonders angegeben) für den M. gemellus superior.

p = Ramus perinealis des N. cutan, fem. post. comm.

Pe = N. peroneus.

pe = N. pectineus.

pen = Ram. dorsalis penis N. pudendi.

per = Ram, perinealis N. pudendi.

pf = N, cutaneus clunium inf. medialis (perforans lig. sacrotuberosi aut.).

pud = N. pudendus.

py = N, pyriformis.

qu = N. für den M. quadratus fem, und (wenn nicht besonders angegeben) für den M. gemellus inf.

Re = Ramus iliacus des N. ileohypogastricus.

sa = N. saphenus magnus.

sm = N, für M. semimembranosus und adductor magnus.

spe = N, spermaticus externas.

st = N. für M. semitendinosus.

Ti = N. tibialis.

Tafel III.

- Fig. 1. Normaler Plexus, dorsale Ansicht. L_4 giebt $\frac{2}{7}$, an den Plex. sacralis. *cfl* war dem Cr angeschlossen.
- Fig. 2. Normaler Plexus, ventrale Ansicht (dorsale s. Fig. 5). L_4 schickt $^6/_7$ an den Plex. sacralis. Ursprung der Nn. lumbosacrales anteriores und des N. obturatorius accessorius.
- Fig. 3. Normaler Plexus, dorsal. L_t gibt $^{1}/_{4}$ an den Plex. sacralis. Pe und Ti, nicht künstlich getrennt, fassen eine kleine A. comes superior (ae) zwischen sich. Ein N. cutan. clun. inf. lateralis entspringt erst aus dem Pe. Der N. cutan. clun. inf. medialis (pf) kommt von der Wurzel des Pudendus. gls' durchbrach den M. pyriformis und ging in den M. glut. medius.
- Fig. 4. Normaler Plexus dorsal. Von L_4 geht $\frac{1}{3}$ an den Plexus sacralis. mm an Quadriceps femoris.
- Fig. 5. Normaler Plexus, dorsale Ansicht des Plexus in Fig. 2. Sehr komplizirte Verhältnisse im Lendentheil. mm = Muskel"aste; x = Anastomose an cfa.
- Fig. 6. Normaler Plexus dorsal; rechte Seite zu dem vorigen. L_4 gibt $^3/_4$ an den Plexus sacralis. Sehr komplizirter Lendentheil: se = N. subcostalis; qul = Nn. für Quadratus lumborum; ii für Bauchmuskeln und Ram. lateralis des N. ileoinguinalis; ii' für Haut des Mous pubis und Scrotum; x an den Funiculus spermaticus; y durch Fovea ovalis an die Schenkelhaut medial proximal; z an Scrotum lateral und Femur medial; 6, 7 über Tensor fasciae lateral dorsal und abwärts: S an Femur vorn über dem Ileopsoasdreieck; g, 10 über Sartorius abwärts bis zur Schenkelmitte; 13 von lateral her an die Haut über der Fovea ovalis; cfa' über Sartorius herab bis zum Knie; sa enthält einen N. cut. fem. medialis; mm an Quadriceps femoris; ip in den Ileopsoas distal; sart an M. sartorius.
- Fig. 7. Normaler Plexus dorsal. L_4 entsendet 3 _[5] an den Plex, sacralis. Komplizirter Ursprung des gls.

 Abhandl. d. naturf. Ges, zu Halle. Bd. XVII.

Der N. cut. fem. post comm. ist aufgelöst: cll = Nn. cut. clun. inff. laterales; efpl an Femurhaut lateral: efpm an Femurhaut medial distal, efpm' medial proximal; elm medial, elm' lateral an Tuber ischii aufwärts in die Gesässhaut (N. cut. clun. inf. medialis); x an Haut dicht distal vom Tuber, p an Perineum und Femur medial proximal.

Fig. 8. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal (ventral s. Fig. 16). Die Wirbelsäule enthält 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 4 Kaudalwirbel. Der Plex. sacralis war natürlich getheilt durch den M. pyriformis.

gls' geht durch den M. pyriformis in den M. glut. medius. Der N. cut. fem. post. communis ist in seine Komponenten zerlegt: cfpm an mediale, efpl an laterale Hälfte des Femur bezw. Crus; 5,7,6= Nn. cut. clun. inff. laterales; t= indifferenter Hautnerv an der Grenze zwischen dorsalem und ventralem Versorgungsgebiet, etwa über der Mitte des Distalrandes des M. glut. max.; 2,4,5 an Haut über und medial von dem Tuber ischii; 3 und p an Haut distal vom Tuber und an Perineum; g an Femur proximal medial bis zur Mitte herab. — pud = tiefer, pud' = oberflächlicher Theil des Ram. perinealis pudendi.

- Fig. 9. Normaler Plexus dorsal. L_4 gibt $\frac{2}{3}$ an den Plex. sacralis.
 - cll = N, clun, inff. laterales; cfp = laterale und mediale distale Portion des N. cut. fem. post. comm. für die Schenkelhant; cfpm an Schenkelhant medial proximal; clm an Gesässhaut medial von cll, aber noch lateral von pf (n. cut. clun. inf. medialis); x an Schenkelhaut dicht distal vom Glutaeus max., über dem Anstritt des cfp (indifferenter Hautnerv auf der Grenze des dorsalen und ventralen Innervationsgebietes).
- Fig. 10. Abnormer Plexus ventral. $L_5 = N$. furcalis, L_2 ist nicht mit L_1 in Zusammenhang. Von einer Wirbelsäule mit 13 Dorsal- und 5 Lumbarwirbeln. Plexus sacralis war durch den Pyriformis natürlich getheilt. ps an M. psoas; mm an Quadriceps femoris. Die Nn. lumbosacrales anteriores sind dunkler gehalten.
- Fig. 11. Normaler Plexus, dorsal. Aus einer Leiche mit 12 Dorsal- und 5 Lumbarwirbeln, deren letzter beiderseits durch Gelenkflächen am Proc. lateralis mit den Seitentheilen des Sacrum artikulirte. L_4 gibt 2 ₅ an den Plex. sacralis. Der N. cut. clun. inf medialis (pf) kommt von der Wurzel des Pudendus.
- Fig. 12. Abnormer Plexus, ventral (dorsal s. Fig. 24). L_5 ist N. furcalis, von L_4 geht aber bereits ein schwaches Bündel (z) an L_5 . Der Plex. sacralis war durch den M. pyriformis natürlich getheilt. Ursprünge der Rotatorennerven: x an das Hüftgelenk, qu an M. gemellus inf. und quadrat. fem., gs an M. gemellus sup., gs an dem M. obturat. int. innerhalb, gs an denselben ausserhalb des Beckens.
- Fig. 13. Normaler Plexus dorsal. L_{*} gibt die Hälfte an den Plex. sacralis.
- Fig. 14. Normaler Plexus dorsal. Von L_4 geht 1/4 an den Plex. sacralis.
- Fig. 15. Normaler Plexus ventral (zu Fig. 35). Anastomose des *oba* mit einem Teile des *cfi*. Die Nn. lumbosacrales anteriores sind dunkler gehalten. sy = Zweig an den Grenzstrang des Sympathicus.

Tafel IV.

Fig. 16. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , ventral. Aus einer Leiche mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 4 Kaudalwirbeln (dorsale Fläche dazu s. Fig. 8). Plexus sacralis durch Pyriformis natürlich getheilt.

Ursprung der Nn. für die flexores cruris vom Ti abgelöst. — per = tiefer, per' = oberflächlicher Ast des Ram, perinealis pudendi. — comm = N. communicans tibialis.

- Fig. 17. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_3 und L_4 , dorsal.
- Fig. 18. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L3 und L4. dorsal. Linke Seite zu dem Plexus in Fig. 17.
- Fig. 19. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_3 und L_4 , ventral. Von einer Wirbelsäule mit 12 Dorsal-, 5 Lumbar-, 6 Sakral-, 3 Kaudalwirbeln, wobei der letzte Lendenwirbel ganz dem Sakrum assimilirt war und an der Bildung der Facies auricularis beiderseits theilnahm. Der Plex, sacralis wurde durch den Pyriformis natürlich getheilt.

ii enthült hier nur Hautzweige, die Muskelzweige führt ih mit; li ist nur die mediale Portion des N. lumboinguinalis, die laterale ist in cfl eingegangen.

- Fig. 20. Normaler Plexus ventral. L_4 gibt 1/12 and den Plexus sacralis. Ursprung des oba.
- Fig. 21. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Linke Seite zu dem Plexus der Fig. 34. Ans einer Leiche mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 3 Kaudalwirbeln. Plexus sacralis durch Pyriformis natürlich getheilt.
- Fig. 22. Abnormer Plexus mit komplizirter Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Rechte Seite zu Fig. 30. Aus einer Leiche mit 12 Dorsal-, 6 Lumbar-, 5 Sakral-, 3 Kaudalwirbeln, wobei der 6. Lendenwirbel ganz an das Sakrum assimilirt war und an der Bildung der Facies auricularis theilnahm. Der Plex. sacralis war durch den Pyriformis natürlich getheilt.
- Fig. 23. Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Linke Seite zu dem Plexus Fig. 28.
- Fig. 24. Abnormer Plexus dorsal; $L_5 = N$. furcalis: durch z ist aber bereits die Form der überkreuzten Nn. furcales aus L_4 und L_5 angedeutet (zu Fig. 12).

Bei x ist die dorsale Ursprungsportion des efp abgeschnitten und herabgezogen.

- Fig. 25. Normaler Plexus ventral. Die lumbosakrale Uebergangsportion beträgt nur $^{1}/_{20}$ von L_{4} . Aus einer Leiche mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 3 Kaudalwirbeln.
- Fig. 26. Normaler Plexus ventral, mit einem lumbosakralen Uebergange, der leicht eine Ueberkreuzung vortäuschen könnte. L_4 gibt etwa $^{1}/_{\gamma}$ an den Plexus sacralis. Von einer Wirbelsäule mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakralwirbeln. (Zusammengehörig mit dem Plexus in Fig. 29.)
- Fig. 27. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Von einer Wirbelsäule mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 4 Kaudalwirbeln. Linke Seite zu dem Plexus in Figg. 16 bezw. 8. Der Plex. sacralis war durch den Pyriformis natürlich getheilt.

Zweige des N. glut. superior: glm an Glutaeus minimus, glm an die Scansoriusportion desselben, tc an Tensor fasciae latae, gls an Glutaeus medius. — Zweige des N. cut. fem. post. comm.: cl = Nn. clun. inff. laterales, cfp = vereinigte dorsale und ventrale Fasern für Femur distal und Crus proximal; x an Femur lateral proximal; y an Femur medial proximal; z an die Haut der Tubergegend.

- Fig. 28. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Aus einer Leiche mit 12 Dorsal-, 6 Lumbar-, 5 Sakral-, 4 Kaudalwirbeln, wobei der letzte Lumbarwirbel links durch den Querfortsatz mit dem Sakrum artikulirend verbunden war.
- Fig. 29. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Rechte Seite zu dem Plexus der Fig. 26.
- Fig. 30. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Linke Seite zu Fig. 22. Natürliche Theilung des Plexus sacralis durch den Pyriformis.
- Fig. 31. Normaler Plexus dorsal. Aus einer Leiche mit 13 Dorsal- und 5 Lumbarwirbeln. L_4 gibt 1 6 an den Plex. sacralis.
- Fig. 32. Lendentheil eines normalen Plexus ventral. Von L_4 gehen $^3/_4$ in den Plex, sacralis über.

liv = ventraler (medialer) Theil des N. lumboinguinalis, während der dorsale dem eft angeschlossen ist. x ging theils in das Periost der Pectengegend, theils über Pecten weiter, war aber da abgeschnitten.

Tafel V.

- Fig. 33. Plexus mit Ucberkrenzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Von einer Wirbelsäule mit 13 Dorsal-, 4 Lumbar-, 5 Sakral-, 4 Kaudalwirbeln.
- Fig. 34. Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Rechte Seite zu dem Plexus der Fig. 33. gls' an den M. pyriformis und durch ihn an Glutaeus medius.
- Fig. 35. Normaler Plexus dorsal (ventral s. Fig. 15). Aus einer Leiche mit 13 Dorsal- und 5 Lumbarwirbeln. L_4 gibt $^4/_{10}$ au den Plexus sacralis. Letzterer war durch den M. pyriformis natürlich getheilt,
- Fig. 36. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , dorsal. Von einer Wirbelsäule mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 3 Kaudalwirbeln. Natürliche Theilung des Plexus sacralis durch den M. pyriformis.
- Fig. 37. Normaler Plexus ventral. L_4 schickt $^2/_5$ an den Plexus sacralis.
- Fig. 38. Abnormer Plexus mit Ueberkreuzung aus L_4 und L_5 , ventral. Von einer Wirbelsäule mit 13 Dorsal-, 5 Lumbar-, 5 Sakral-, 3 Kaudalwirbeln.
- Fig. 39. Normaler Plexus dorsal; von L_4 spalten sich $\frac{5}{6}$ an Plexus sacralis ab.

