

VIII.

Die Collateral-Innervation der Haut*).

Von

Dr. **Rudolph Jacobi**,
practischer Arzt zu Bockenheim.

~~~~~  
I.

Die Wiederkehr der physiologischen Function nach Continuitätstrennungen peripherer Nerven ist von der Zeit an, da man diesen Verhältnissen überhaupt eine grössere Aufmerksamkeit widmete, auf eine doppelte Ursache zurückgeführt worden. Einerseits findet sie ihre Erklärung in der Regeneration des verletzten Nerven: klinisch und experimentell ist nachgewiesen, dass ein gequetschtes Nervenstück wieder functionsfähig werden, ein durchschnittener Nerv wieder verheilen und seine frühere Leistung aufnehmen kann, ja dass sogar ein Nerv, welchem ein Stück excidirt ist, durch ein neugebildetes intermediäres Stück seine Enden zu verbinden vermag, wodurch er dann wieder leitungsfähig werden kann.

Diese Heilungsvorgänge indessen bedürfen sämtlich eines mehr oder minder langen Zeitraumes; für solche Fälle daher, in welchen die Sensibilität resp. Motilität in einer Zeit bereits wiederkehrte, welche den Beobachtern zu einer damit im Verhältniss stehenden eventuellen Regeneration des betreffenden verletzten Nerven für entschieden zu kurz erschien, musste man sich nach einer weiteren, nach einer zweiten Ursache umsehen.

Die Länge der Fristen allerdings, innerhalb deren solche Nerven durch Regeneration wieder functionsfähig zu werden vermögen, ist zu

---

\*) Meinem Vater: zu dessen 50jährigem Jubiläum als practischer Arzt zu Bockenheim; an seinem sechsundsiebenzigsten Geburtstag (3. XII. 83) gewidmet.

verschiedenen Zeiten verschieden angegeben worden; wo man früher Jahre oder wenigstens viele Monate für nöthig hielt, beschränkte man sich schliesslich auf einige Wochen, bis dann zuletzt zu Ende des verflossenen Jahrzehnts nachzuweisen versucht wurde, dass ein durchschnittener Nerv, dessen Enden durch die Naht möglichst genau an einander coaptirt sind, per primam zu verheilen vermöge und seine Leitungsfähigkeit schon nach wenigen Tagen wieder erlangen könne. Ja, in einzelnen Fällen sollen hierzu sogar noch weniger als 24 Stunden ausgereicht haben! Neben einer Reihe von Fällen von primärer und secundärer Nervennaht beim Menschen führten vor Allem die glänzenden Resultate der Thierexperimente von Gluck\*) zu dieser Wandlung in der wissenschaftlichen Anschauung; sie sollten jedoch nicht lange unbestritten bleiben.

Zur selben Zeit als Gluck seine Versuche über die Neuroplastik veröffentlichte, publicirte Hehn\*\*) eine grosse Reihe von Experimenten über Nervennaht am Ischiadicus und Vagus mit stets dauernd gebliebener Lähmung und diesem folgte alsbald Falkenheim\*\*\*) und Tillmanns†) mit grösseren Arbeiten, worin sie im Gegensatz zu Gluck zu dem Resultate kamen, dass eine prima intentio nervorum mit einer nur Stunden oder wenige Tage nach der Naht sich zeigenden Wiederherstellung der Function aller Wahrscheinlichkeit nach nicht existire! Ganz neuerdings hat nun Johnson††) in Fortsetzung der Falkenheim'schen Experimente den Ischiadicus von Hunden, Kaninchen und Hühnern mit dem Erfolge völliger sensibler und motorischer Paralyse durchschnitten und dann wieder durch directe oder indirecte Naht vereinigt; der elektrische Reiz konnte erst am 40. Tage beim Kaninchen, am 31. beim Hunde und am 25. beim Huhne durch die Narbe hindurch geleitet werden. In weiteren Ver-

---

\*) Gluck, Experimentelles zur Frage der Nervennaht und der Nervenregeneration. Virchow's Archiv, Bd. 72. 1878. — Gluck, Ueber Neuroplastik auf dem Wege der Transplantation. Archiv für klinische Chirurgie von Langenbeck. Bd. 25. 1880.

\*\*) Hehn, Ueber Nervennaht. Wratsch 1880. Cit. nach Centralblatt für Chirurgie 1881. No. 2.

\*\*\*) Falkenheim, Zur Lehre von der Nervennaht und der prima intentio nervorum. Inaug.-Dissertat. Königsberg 1881 und unter demselben Titel: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. XVI. 1882.

†) Tillmanns, Ueber Nervenverletzungen und Nervennaht. Langenbeck's Archiv Bd. XXVII. 1882.

††) E. G. Johnson (Stockholm). Bidrag till kaennedom om nervsutar och nervtransplantation. Citirt nach Centralbl. für Chirurgie 1883, No. 10.

suchen ohne nachfolgende Naht fand sich die Leitung für den Inductionsstrom erst vom 60. Tage an wiederhergestellt. Die mikroskopisch verfolgten Verhältnisse der Degeneration und Regeneration, auf die wir hier nicht näher eingehen können, verliefen den obigen Daten parallel, so dass Johnson geneigt ist, die den seinen widersprechenden, auffallenden Resultate Gluck's auf gewisse Fehlerquellen zurückzuführen. — Ueber die neueste Arbeit von Wilberg siehe weiter unten. —

Welche Lösung dieser Frage auch immer uns die Zukunft bringen wird, sei es nach der Richtung der directen Verwachsung der Faserenden mit einander, sei es nach der Richtung, dass, wie Manche behaupten, die Fasern des centralen Endes in die degenerirten des peripheren Stumpfes hineinwachsen und so nach dem Endigungspunkte des Letzteren gelangen, sicher ist wenigstens das ganz gewiss, dass selbst im besten Falle einer *Prima intentio* mit Wiederherstellung der Leitungsfähigkeit doch eine sofortige Aufnahme der physiologischen Function in ihrer früheren Exactheit, d. h. also eines Empfindungsvermögens mit stets richtiger Localisation des Reizpunktes und einer Contractionsfähigkeit einzelner isolirter oder bestimmter mehrerer Muskeln einfach unmöglich ist. Denn wenn z. B. Billroth\*) sagt: „wie wunderbar, dass die betreffenden Nervenfasern, also sensible und motorische, sich bei der neuen Verwachsung wieder treffen sollen, ja dass sich die Stümpfe der Primitivfasern so wieder vereinigen sollen, wie sie vereinigt waren, damit die richtige Leitung und Localisation wieder eintritt“, so ist dies doch wohl den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechend, sondern es werden gewiss manchmal die Empfindungs- und Bewegungsfasern eines gemischten Nerven mit einander verwachsen und dadurch selbstverständlich für eine Wiederaufnahme der Function untauglich werden, während andererseits vorher nicht zusammenhängende Faserenden derselben Gattung neu mit einander vereinigt werden. *Mutatis mutandis* findet dies Verhältniss natürlich auch bei der zweiten supponirten Art der Regeneration verletzter Nerven statt. Kommt nun trotzdem eine richtige Leitung zu Stande, so kann dies unserer Meinung nach absolut nur auf Umänderungen innerhalb der Centralorgane zurückgeführt werden, auf Umlagerungen innerhalb der Ganglienhäufen, welche die cerebralen Endigungen der leitungsunfähigen peripheren Nerven darstellen; diese werden wohl auch der allgemeinen Analogie gemäss

---

\*) Billroth, Allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie. 1871. p. 112.

nach dem plötzlichen Aufhören ihrer Functionirung einer mehr oder minder starken Degeneration anheimfallen, der dann wieder eine Regeneration folgt oder auch ein Neuaufbau der betreffenden Zellen, in ähnlicher Weise vielleicht, wie wir dies uns bezüglich derjenigen bei gewissen Thierversuchen hervorgerufenen Hirnverletzungen vorstellen müssen, deren unmittelbar sich zeigende Folgen sich später wieder ausgleichen; aber auch hierzu erscheint irgend ein angemessener Zeitraum erforderlich.

Experimentell also sowohl als auch theoretisch bleibt hiernach eine Regeneration verletzter Nerven mit vollständiger Wiederherstellung ihrer Function innerhalb kürzester Frist völlig unwahrscheinlich; wenn nun trotzdem innerhalb dieser Frist nach Continuitätstrennungen peripherer Nerven die physiologische Function wiederkehrt, so muss man sich, wie bereits oben bemerkt, nach einer zweiten Ursache hierfür umsehen. Umsomehr ist man dazu genöthigt, da es Beobachtungen von Nervenverletzungen giebt, bei welchen die Enden weder durch die Naht vereinigt worden, noch auch überhaupt in grösserer gegenseitiger Nähe sich befanden, ja bei welchen sogar manchmal mehr oder minder lange Stücke excidirt worden waren — und dennoch erschien die Nerventhätigkeit gar nicht gestört oder schon nach wenig Stunden oder Tagen zurückgekehrt!

Allerdings sind diese letzteren Fälle, bei welchen eine Regeneration absolut auszuschliessen ist, klinisch nicht allzu häufig beobachtet; ja auf dem Gebiete der motorischen Sphäre ist sogar, im Gegensatz zu dem der sensiblen, über die fraglichen Verhältnisse fast nichts Genaueres constatirt, da noch kein Fall mit Sicherheit nachgewiesen ist, in welchem sich nicht die zurückgebliebene oder in kürzerer Zeit wiedergekehrte Bewegungsfähigkeit auf gewisse einfache Factoren beziehen liesse, die, wie wir später sehen werden, mit dem uns hier beschäftigenden Nervenphänomene in keinerlei wirklichem Zusammenhange stehen. Indessen kann man einerseits die meisten klinischen Beobachtungen von (primärer) Nervennaht beim Menschen, bei welchen die Function innerhalb der kürzesten Frist wiederkehrte, hiezurechnen, da ja fast ausnahmslos der Einwand berechtigt ist, dass die sich zeigenden Symptome der erhaltenen oder rückkehrenden Nerventhätigkeit wohl auch ohne die vorgenommene Naht eingetreten wären, während andererseits, wodurch die uns hier beschäftigenden Phänomene eine höchste physiologische Bedeutung gewinnen, es so ziemlich in keinem Falle von Nervenverletzung mit Wiederherstellung der Sensibilität erlaubt erscheint, diese Letztere

allein auf Rechnung der Regeneration zu setzen, wie dies wohl ohne Weiteres klar ist. —

Die oben angeführten, verhältnissmässig wenig zahlreichen Fälle aus dem Gebiete der Sensibilität, welche, im Gegensatz zu den die motorische Sphäre berührenden Beobachtungen, ebenso absolut unanfechtbar, wie — bis jetzt wenigstens — unerklärbar dastehen, erhalten nun obendrein eine diese Geringfügigkeit der Anzahl völlig ausgleichende Stütze durch die ausgezeichneten Thierexperimente Arloing und Tripier's\*), welche nachweisen, dass nach Durchschneidung einzelner sensibler Nerven das Empfindungsvermögen unter gewissen Umständen vollständig intact erhalten bleibt und dass nach Continuitätstrennung eines oder selbst mehrerer grosser Nervenstämme dasselbe häufig in nur äusserst geringer und staunenswerth unbedeutender Weise alterirt gefunden wird.

Zur Erklärung dieser Thatsachen hat man nun eine Reihe von Hypothesen aufgestellt, die man meistens unter dem Namen der „vicariirenden Function der peripheren Nerven“ zusammenfasst; dieselbe sollte es ermöglichen, den durch die Verletzung eines oder mehrerer der peripheren Nerven bedingten Ausfall an Sensibilität und Motilität durch erhöhte Thätigkeit der benachbarten unversehrten Nervenzweige und -Stämme mehr oder minder vollständig zu decken.

Die Annahme einer solchen vicariirenden Function nun steht in directem Gegensatze zu dem Gesetze der isolirten Leitung; dies Gesetz ist aber ein unbedingt nothwendiges Postulat für unser Verständniss der physiologischen Vorgänge des Gesamtnervensystems, indem es uns unmöglich ist, die durch den Willen hervorgebrachte Contraction eines einzelnen bestimmten Muskels oder die Perception einer genau localisirten Empfindung etc. anders zu begreifen, als dass z. B. von einem gewissen Punkte der Haut aus eine sensible Nervenbahn bis zu den percipirenden Theilen des Grosshirns isolirt hin verläuft, welche allein zur Vermittelung der Sensibilität dieser Hautstelle bestimmt ist und die von keiner anderen nervösen Erregung, sei sie welcher Art sie wolle und von welcher Richtung her sie immer kommen möge, so z. B. von der sensiblen Erregung nach Reizung eines anderen entfernten Hautpunktes oder gar von irgend einem motorischen Impulse, zur Weiterbeförderung benutzt werden kann.

Bezüglich des Centralnervensystems sind allerdings unsere jetzigen

---

\*) Recherches sur la sensibilité des téguments et des nerfs de la main par Arloing et Léon Tripier. Archives de physiologie normale et pathologique. 1869. p. 33—60 und p. 307—321.

Kenntnisse nicht derart, dass dies Postulat einer isolirten Leitung durch dieselben wesentlich unterstützt oder gar bestätigt würde, weder was die Anatomie betrifft, die uns z. B. in den Fasernetzen der grauen Substanz des Rückenmarks bis dahin unentwirrbare Räthsel aufgibt, noch auch was die physiologische Erklärung einer Reihe von Thatsachen angeht, welche im Gegentheile die Hypothese einer solchen vicariirenden Function häufig zu fordern scheinen. So haben z. B. noch neuerdings Weiss\*) und Andere gezeigt, dass nach Durchschneidung resp. Hemisection des Rückenmarks die entstandene Lähmung ohne Wiederherstellung der Leitung an der Verletzungsstelle allmählig zu verschwinden vermag, was sie dadurch erklären, dass die oberhalb der Schnittstelle das Rückenmark verlassenden Fasern resp. die intact gebliebene Seitenhälfte des Rückenmarks die betreffende Function zu übernehmen im Stande sei. Aehnlich scheint sich das Gehirn, sowohl nach experimentellen als nach manchen pathologischen Ergebnissen zu verhalten\*\*), so dass wir annehmen müssen, „dass dasselbe nicht bloß nach dem Princip der localisirten, sondern auch nach dem der stellvertretenden Function aufgebaut ist.“ — Das Wesen nun dieser vicariirenden Innervation ist völlig dunkel, sowohl was die anatomische als was die physiologische Seite derselben betrifft; allein die meisten Verhältnisse und Vorgänge des Centralnervensystems bieten unserem Verständniss keine geringeren Schwierigkeiten, und müssen wir uns eben hier mit der Hoffnung einer zukünftigen besseren Einsicht bescheiden.

Umsomehr ist es unsere Pflicht, bezüglich des peripheren Nervensystems, das der Betrachtung im Gegensatze zu den Centralorganen unendlich einfachere und verständlichere Verhältnisse darbietet, das Gesetz der isolirten Leitung zur vollen Geltung gelangen zu lassen und alle Unklarheiten, wie sie der vicariirenden Function unvermeidlich anhängen, möglichst von demselben entfernt zu halten zu suchen; leider wird dies allerdings von den meisten Autoren versäumt, indem sie die hier in Betracht kommenden Zustände der verschiedenen Nervensysteme ohne Unterschied zusammenzuwerfen pflegen.

Während die Nervenendapparate, welche die eine Abtheilung des peripheren Nervensystems bilden, innerhalb der sensiblen Sphäre den von aussen kommenden Reiz aufzunehmen und den mit ihnen verbun-

---

\*) Berichte der Kaiserlichen Akademie zu Wien. 1879. Bd. 80. III. Untersuchungen über die Leitungsbahnen im Rückenmarke des Hundes.

\*\*) Bergmann. Die Hirnverletzungen mit allgemeinen und mit Herdsymptomen. (Volkmann'sche Sammlung klinischer Vorträge No. 190. p. 22.)

denen Nervenfasern weiterzugeben, innerhalb der motorischen Sphäre aber den vom Centrum anlangenden Reiz den Arbeitsorganen, welchen sie zugehörig sind, mitzuthellen haben, stellt die zweite Abtheilung unseres Systems, der periphere Nerv selbst, nichts weiter dar als den Leitungsdraht zwischen diesen Endapparaten und den Centralorganen, der nach dem Gesetze der doppelsinnigen Leitung die Erregung je nach dem Aufgabsort des Reizes, d. h. also je nach der Art seiner anatomischen Verknüpfung, entweder in centripetaler oder in centrifugaler Richtung weiter befördert. Ohne an irgend einer Stelle ihres Verlaufes miteinander zu communiciren oder in einander überzugehen, verbinden die Nervenfasern, in mehr oder minder grosser Anzahl in eine gemeinsame Scheide eingeschlossen und so zu schwächeren und stärkeren Stämmen vereinigt (ähnlich den Kabeln von Telegraphendrähten), die Endapparate mit den Centralorganen in unzähligen unter sich isolirten Leitungsbahnen. Da nun nach dem heutigen Stande unserer anatomischen Kenntnisse auch die Nervenendapparate (cfr. hierüber übrigens den letzten Abschnitt unserer Betrachtungen) wiederum in keinem weiteren Zusammenhange untereinander sich befinden, indem sie nur dem einen Ende der einzelnen, isolirten, nicht mit einander communicirenden Nervenfasern gewissermassen angefügt sind, so sehen wir, dass die Anatomie des peripheren Nervensystems das physiologische Gesetz der isolirten Leitung zu ihrem Theile genau widerspiegelt und unterstützt, so dass man dasselbe für diesen Abschnitt des Systems für vollständig bewiesen halten kann.

Auf diese Uebereinstimmung der anatomischen und physiologischen Verhältnisse der peripheren Nerven werfen nun die uns hier beschäftigenden Phänomene der vicariirenden Innervation plötzlich einen dunklen Schatten — wie vermag ein Leitungsdraht, der zwei Stationen mit einander verknüpft, die Leitung zwischen zwei anderen Stationen zu übernehmen, deren Verbindungsdraht an irgend einer Stelle zerstört ist? Da dies unmöglich ist, so hat man denn das Gesetz der isolirten Leitung gänzlich fallen lassen und in Anlehnung an ähnliche unklare, weil bis jetzt noch nicht aufgeklärte, Thatsachen der Physiologie der Centralorgane lieber die Möglichkeit einer vicariirenden Function des Gesamtnervensystems, des peripheren sowohl wie des centralen, angenommen, welche, was wenigstens die uns hier allein interessirenden peripheren Nerven betrifft, den durch Zerstörung einzelner Leitungsbahnen bedingten Ausfall durch erhöhte Thätigkeit der übrig gebliebenen ersetzen sollte.

Selbstverständlich nun musste man sich die vicariirende Innervation mit bestimmten anatomischen Verhältnissen verknüpft und an

bestimmte anatomische Anordnungen gebunden denken. Zunächst glaubte man häufig dieselben in den sogenannten Nerven Anastomosen gefunden zu haben, d. h. in jenen Vereinigungen und Verbindungen der peripheren Nerven untereinander, durch welche ein gegenseitiger Austausch der Fasern der einzelnen Stämme statt hat. In einer solchen Nervenschlinge oder — Ansa sind die Bündel und Fasern enthalten, welche sich von dem ersten Nervenstamme abzweigt haben, um sich zum zweiten Stamme (und vice versa) zu begeben und welche dann, ohne mit den Fasern des Letzteren zu verschmelzen, mit diesen nur in dieselbe Bindegewebsscheide eingeschlossen, zur Peripherie hin verlaufen. Es bleibt sich also die Summe der Fasern zweier Nerven, welche in der angegebenen Weise miteinander „anastomosiren“, oberhalb und unterhalb dieser Anastomosen völlig gleich, vorausgesetzt, dass nicht, wie es auch vorkommt, Fasern des ersten Stammes, welche in einer derartigen Nervenschlinge zum zweiten verlaufen, in dem Letzteren eine kurze Strecke weit nach oben, centralwärts, ziehen, um sich von da erst zur Peripherie hin abzuzweigen. Vortrefflich hat Krause\*) diese Verhältnisse dadurch veranschaulicht, dass er die peripheren Nerven einfach als lang hingestreckte Plexus darstellt; denn gleichwie in den als Plexus cervicalis, brachialis etc. benannten Geflechten der vorderen Aeste der Rückenmarksnerven ein lebhafter Austausch der Fasern der einzelnen, den Spinalganglien entspringenden Stämme innerhalb einer verhältnissmässig kurzen Verlaufsstrecke statt hat, besteht eine absolut gleiche Faserumwechselung zwischen den von der Anatomie mit besonderen Namen belegten Nerven, welche auf meist viel längerem Wege obige Plexus mit der Peripherie verbinden. In beiden Fällen findet keine Verschmelzung von Fasern, sondern nur ein Umwechsel statt, der bei den peripheren Nerven nur in der Form bekannter oder vielleicht auch noch vielfach unbekannter, weil für das anatomische Messer zu feiner, Anastomosenbildungen geschieht. —

Der Unterschied, der nach Durchschneidung eines Nerven ober- oder unterhalb der Vereinigung mit einer solchen Ansaformation sich zeigen wird, kann nur darin bestehen, dass das einmal das anästhetische Gebiet etwas grösser, das andermal etwas kleiner sein wird, oder dass das einmal mehr, das anderemal weniger Muskeln gelähmt erscheinen werden. Höchstens kann noch eine stärkere oder geringere Abschwächung der Sensibilität resp. Motilität (statt absoluter Anästhesie und Paralyse) im Verbreitungsbezirke eines durchschnittenen Nerven

---

\*) W. Krause, Allgemeine und mikroskopische Anatomie. 1876.



mit der Verschonung einer Anastomose durch die Section zusammenhängen, für den Fall nämlich, dass die oberhalb der Letzteren vermittelst einer Ansabildung den Stamm verlassenden Fasern das betreffende Hautgebiet oder die betreffenden Muskeln in mehr oder minder gleichmässig gemischter Weise mit den Stammfasern selbst gemeinsam innerviren; indessen sind diese Fälle, deren vereinzelter Vorkommen wohl unzweifelhaft ist, anatomisch bloß als einfache makroskopische Innervationsanomalien aufzufassen, während physiologisch durch sie das Gesetz der isolirten Leitung gar nicht in Frage gestellt wird. — Das Ausbleiben jeglicher Störung nach der Section eines Nerven, das natürlich auf eine derartige Weise niemals hervor gebracht zu werden vermag, kann man dann auch nur durch Negation der Isolirung der einzelnen Nervenfasern zu erklären versuchen, indem man supponirt, dass die Nervenregung, welche sich bei Unterbrechung ihrer vorgeschriebenen Leitungsbahn in ihrem Wege gehindert sieht, auf die bis dahin ihr zu Gebote stehenden anastomotischen Nervenfasern übergeht und mit diesen sich zu anderen benachbarten intacten Nerven begiebt, um von den Letzteren wiederum durch weitere, oberhalb resp. unterhalb der Verletzungsstelle sich vorfindende, Nervenschlingen zu der ursprünglichen Nervenbahn zurückzukehren. Da es nun einer solchen Auffassung gleichgültig sein kann, ob die zu einem zweiten, ununterbrochen zu den Centralorganen aufsteigenden, Nervenstämme führenden anastomotischen Fasern in grösserer Anzahl vorhanden sind oder nicht, so wäre allerdings hiernach ein solches vicariirendes Eintreten der verschiedenen Nerven für einander wenigstens insoweit für möglich zu erachten, als abgesehen von den stärkeren Nervenschlingen vereinzelte Fasern wohl stets und in allen Höhen in Form von Verbindungsfäden zwischen den peripheren Nerven vorhanden sind. Ausserdem bliebe noch, zu einem Theile wenigstens, ein zweiter Weg für die in ihrer continuirlichen Fortpflanzung gehinderte Erregung übrig, nämlich während ihres Durchganges durch die Centralorgane; der motorische Impuls könnte innerhalb derselben früher oder später, mit oder ohne Benutzung ihrer vicariirenden Function, von seiner ihm ursprünglich zugewiesenen Bahn seitwärts abspringend, mit den Fasern intacter Nerven bis gegen die Peripherie hin und hier erst mittelst der Anastomosen, die unterhalb der Verletzungsstelle sich vorfinden, zu denjenigen Muskelnerven gelangen, die von vornherein in's Auge gefasst waren, während die centripetal verlaufende sensible Erregung in gleicher Art, durch einen benachbarten intacten Nerven geleitet, innerhalb der Centralorgane auf dieselbe zweifache Weise wieder auf die Bahn übergehen könnte,

welche sie bei Unversehrtheit des peripheren Nerven daselbst eingehalten haben würde.

Welche von diesen beiden Lösungen der uns vorliegenden Frage man auch wählen mag, keine derselben kann selbstverständlicherweise befriedigen; deshalb hat man sich nach weiteren anatomischen Grundlagen für die vicariirende Innervation umgesehen und hat dieselben, im Gegensatz zu den eben besprochenen Erklärungsversuchen, peripher von den Enden des verletzten Nerven verlegt, als Verbindungen, Communicationen der Faserendigungen der verschiedenen Nervenstämme unter einander. Diese Communicationen würden nun dadurch, dass ein Axencylinder direct in einen anderen „einemündet“, um mit diesem zu einem Einzigem zu verschmelzen, wirkliche, mikroskopische, „Anastomosen“ darstellen\*).

Allerdings gehen, wie wir oben gesehen haben, die Lehren der descriptiven Anatomie in der Neuzeit zumeist dahin, dass solche factische Anastomosirungen der peripheren Nerven, ihrer Endigungen und Endapparate, gar nicht existiren; allein zu einem allgemein anerkannten, definitiven Abschluss sind die Anschauungen über diesen Punkt noch nicht gelangt, was ein Blick in die verschiedenen hierhergehörigen Handbücher u. s. w. zeigt, von welchen die Einen (z. B. Quain-Hoffmann) das Vorkommen derartiger Nerven Anastomosen als ebenso zweifellos darstellen, wie die Anderen (z. B. Krause) deren Nichtexistenz. Dieser Widerspruch, durch die relative Unvollkommenheit unserer Untersuchungsmethoden solchen Objecten gegenüber bedingt, ist ausserdem noch dadurch zu erklären, dass die Wissenschaft einer noch gar nicht so sehr zurückliegenden Periode der Ansicht einer durchgängigen Anastomosirung der Nervenenden miteinander huldigte, ja in einem solchen grossen und allgemeinen Nervenendnetze die periphere Endigung aller Nerven überhaupt annehmen zu müssen glaubte. Erst allmählig wurde dieses sogenannte Nervenendnetz als Plexusbildung der letzten kleinen Nervenstämmchen erkannt, und durch die Entdeckung der Endapparate eine isolirte Endigung der einzelnen Fasern in der Peripherie nachgewiesen oder wenigstens wahrscheinlich gemacht. Sehen wir daher, dass selbst die

---

\*) Zur Vermeidung von Missverständnissen werden wir die beiden Arten der Anastomosen meist durch Beiwörter u. s. w. von einander zu unterscheiden suchen; das Beste wäre wohl, wenn die Anatomie die Bezeichnung der Nervenschlingen als Anastomosen ganz fallen liesse, da diese doch nur den Anschauungen der Wissenschaft einer früheren Zeit entspricht, und fortwährend zu Verwechslungen Anlass giebt!

Anatomie unserer Tage eine bestimmte Antwort auf die Frage nach factischen Communicationen der peripheren Nervenenden nicht zu geben vermag, so haben wir doch andererseits in der Physiologie, wenigstens was die sensible Sphäre betrifft, eine Handhabe hierzu durch das Gesetz der doppelsinnigen Leitung, ein Gesetz, dessen Grundlagen zwar früher mehrfach angegriffen wurden, das aber nunmehr mit Hülfe der sogenannten negativen Stromesschwankung „endgültig“\*) und „in reinster und unwiderleglichster Weise“\*\*) festgestellt ist. — Anastomosiren nun zwei sensible Fasern in der Peripherie mit einander, so muss in Gemässheit dieses Gesetzes nach Durchschneidung der einen Faser einmal deren centrales Ende natürlich, weil noch mit dem Centrum in Zusammenhang, auf Reizung eine Empfindung auslösen, aber auch gleichfalls zweitens deren peripheres Ende, da dasselbe ja durch die Communication mit der zweiten Faser ebenfalls mit dem Centrum in ungestörter Verbindung steht. Das periphere Stück des durchschnittenen Nerven braucht nur die Erregung bis zu der anastomotischen Stelle in centrifugaler Richtung fortzuleiten, wozu es nach dem Gesetz der doppelsinnigen Leitung im Stande sein muss; ist ja doch, wie oben bereits berührt, der Unterschied zwischen den motorischen und sensiblen, d. h. den gewöhnlich nur centrifugal resp. nur centripetal leitenden Nerven, bloss in deren anatomischer im Centrum und an der Peripherie sich befindenden Verknüpfung zu suchen. Würde also das periphere Ende eines durchschnittenen Nervenastes oder -Stammes unter keinen wie immer gearteten Umständen sich sensibel erweisen, so wäre hiernach die Nichtexistenz einer peripheren Anastomosirung der Empfindungsnerven definitiv festgestellt. In der That hat man nun aber die „Sensibilität des peripheren Stumpfes“ in einer Reihe klinischer Beobachtungen von Nervenverletzungen gefunden; noch mehr jedoch ist dieselbe experimentell studirt worden, und zwar von jenen französischen Forschern\*\*\*), welchen wir auch, wie oben bereits berichtet, die schönen Thierversuche über das Beharren des Empfindungsvermögens der Haut nach der Durchschneidung ihrer sensiblen Nerven verdan-

\*) J. Munk, Physiologie des Menschen und der Säugethiere. 1881. p. 355.

\*\*) L. Hermann, Handbuch der Physiologie. II. 1. 1879. p. 10.

\*\*\*) Des conditions de la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés par Mm. Arloing et Léon Tripiier. Archives de physiologie 1876. p. 11—44 und p. 105—132, sowie auch Archives de physiologie 1869. l. c.

ken. Kann nun nachgewiesen werden, dass diese „sensibilité dans le bout périphérique“ auf keine irgendwie mögliche andere Weise als durch die Annahme einer mikroskopischen Anastomosirung der peripheren Nervenenden zu erklären ist, so wäre hiermit das factische Bestehen derselben ohne anatomische Beihülfe, nur mittelst des physiologischen Gesetzes der doppelsinnigen Leitung, unumstösslich bewiesen. Nothgedrungen müssen wir jedoch die nähere Besprechung dieser Frage, resp. den Nachweis der Existenz oder Nichtexistenz dieser Anastomosen, den späteren Abschnitten unserer Arbeit überlassen, nachdem wir erst ein Referat über die citirten Experimente gegeben haben werden, und sehen wir deshalb zunächst zu, wie die vicariirende Function der peripheren Nerven nach dieser zweiten Ansicht der Autoren durch solche eventuelle anastomotische Communication der Faserenden der verschiedenen Nerven mit einander vermittelt werden soll.

Je nach der Sphäre, welcher die durchschnittenen Fasern angehören, muss sich nun der Vorgang, und zwar zunächst in Bezug auf die Peripherie, verschieden verhalten: die Erregung eines sensiblen Nerven, die an der Schnittstelle ihre Grenze findet, muss den umgekehrten Weg einschlagen und durch diese factischen Anastomosen hindurch zu den Endigungen eines benachbarten intacten Empfindungsnerven gelangen, welcher sie dann zum Centrum weiter hinbefördert, während bezüglich der Motilitätssphäre die Willenserregung auf einer benachbarten unversehrten Nervenbahn nach deren peripherischen Endigung ausstrahlen und von da aus durch die anastomotischen Communicationen mit den Fasern des betreffenden verletzten Nerven an ihren Bestimmungsort, den Verbreitungsbezirk dieser letzteren, ankommen muss. Bezüglich der Fortpflanzung der motorischen und sensiblen Erregung innerhalb der Centralorgane müsste man nun in ähnlicher Weise, wie das oben bei dem ersten Erklärungsversuche der vicariirenden Innervation mittelst der Nervenschlingen besprochen, wiederum die stellvertretende Function der Centra oder ein directes Ueberspringen der Erregung annehmen, damit die gewollte Bewegung resp. die localisirte Empfindung auch factisch zu Stande kommen kann.

Wie aus obiger Deduction ersichtlich, so ist auch bei dieser zweiten Lösung des Problems der Persistenz der Function durchschnittenen Nerven das Gesetz der directen und isolirten Leitung ausser Acht gelassen, weshalb, ganz abgesehen von dem bisherigen Fehlen des Existenzbeweises der in Frage stehenden Anastomosen, dieselbe gleichfalls als absolut unbefriedigend zu erklären ist.

Trotzdem bilden die makroskopischen abwechselnd mit den mikroskopischen Anastomosen, häufig auch in ziemlich kritikloser oder unterschiedsloser Weise beide zusammen, die Grundlagen der Hypothesen, welche über die vorliegende Frage aufgestellt worden sind, wobei wir allerdings zugeben müssen, dass (bis auf einige wenige allerneueste Publicationen) die Autoren, welche sich mit der letzteren mehr oder weniger ausführlich beschäftigt haben, sich zum weitaus grössten Theile des Gegensatzes nicht bewusst worden sind, in welchen man dadurch zu den Hauptsätzen der heutigen Nervenphysiologie geräth. Aus diesem Grunde haben wir uns bemüht, diesen Gegensatz in möglichst erschöpfender Weise darzuthun, und werden wir daher im Verlauf unserer Untersuchungen, die darauf gerichtet sind, eine im Einklange zu jenen Gesetzen stehende Theorie der uns hier beschäftigenden Nervenphänomene zu finden, auf der Basis der obigen Erörterung nun weiter bauen können, wenn wir sie vielleicht auch hier und da, nach der einen oder anderen Richtung hin, noch zu ergänzen haben werden.

Im Weiteren gliedert sich nun unsere Arbeit in eine Reihe von Abschnitten, von welchen der folgende eine kleine Casuistik enthält, eine Zusammenstellung klinischer Beobachtungen, bei denen wenigstens bezüglich der Sensibilitätssphäre der Gedanke an eine stattgehabte Regeneration absolut ausgeschlossen erscheint, trotzdem eine Wiederkehr der Function sicher constatirt wurde, während der dritte Theil ein Referat über die für uns so hochwichtigen Experimente der französischen Forscher Arloing und Tripier liefert. Der vierte Abschnitt beschäftigt sich mit den Hypothesen, welche eine Anzahl deutscher Autoren über unser Problem aufgestellt haben und gelangt an der Hand der Kritik derselben zu dem Resultate der Nichtexistenz einer peripheren factischen Anastomosirung der Fasern der verschiedenen Nervenstämme untereinander, wogegen im nächsten wesentlich eine Wiedergabe der Anschauungen der französischen Experimentatoren, resp. ihrer Theorie von der „sensibilité récurrente“ und Kritik derselben erfolgt, wozu noch im Anhang eine Besprechung der Hypothese Létiévant's von der „sensibilité suppléée“ kommt. Im sechsten und letzten Abschnitte endlich gelangen wir zur Entwicklung unserer eigenen Theorie von der „Collateral-Innervation der Haut“, welche wir unter strenger Anlehnung an die Hauptsätze der heutigen Nervenphysiologie, insbesondere die Gesetze der isolirten und der doppelsinnigen Leitung, auf der Basis der gesicherten Resultate der experimentellen und mikroskopischen Untersuchungen Arloing und Tripier's aufbauen und unter Heran-

ziehung einer Reihe von weiteren Thatsachen aus der descriptiven Anatomie des peripheren Nervensystems zum Abschluss bringen. Den letzten Theil dieses Capitels und damit unserer ganzen Untersuchungen bildet eine Besprechung der etwaigen analogen Phänomene im Gebiete der motorischen Sphäre.

## II.

Die klinischen Beobachtungen über die Persistenz resp. auffallend rasche Rückkehr der Function durchschnittener Nerven betreffen in Bezug auf die Sensibilität die Hautregionen des Gesichts und der Spitzen der oberen und unteren Extremitäten. Aus zumeist anatomischen Gründen erscheinen vor allen Dingen die grossen Nervenstämmе des Vorderarms und von diesen wieder besonders der Medianus mechanischen Insulten hervorragend häufig ausgesetzt, weshalb sich auch die Aufmerksamkeit der Autoren wesentlich auf diese concentrirt, während eine Durchschneidung der Empfindungsnerven des Gesichts hauptsächlich bei der Vornahme chirurgischer Operationen, bei welchen sie öfters nicht zu umgehen ist oder selbst den eigentlichen Zweck bildet, geschieht, so dass die uns hier interessirenden Thatsachen sich bei der Beschreibung der ersteren in der chirurgischen Literatur zerstreut und obendrein meistentheils nur gelegentlich erwähnt vorfinden.

Specielle und andauernde Untersuchungen über die Persistenz der Sensibilität nach Operationen, die mit Durchschneidung einzelner Trigeminiuszweige complicirt waren, wurden unter Anderem in der v. Bruns'schen Klinik zu Tübingen in den Jahren 1858/59 angestellt, und sind deren Resultate theils von v. Bruns selbst, theils von Lotzbeck\*) veröffentlicht worden. Nach drei Resectionen grösserer Stücke des N. mentalis, nach einer Resection und einer einfachen Durchschneidung des N. infraorbitalis gestalteten sich die Verhältnisse so, dass entweder nach der Operation Anästhesie constatirt wurde, die aber nach kurzer Zeit (ca. 4 Tagen) bereits einer langsam zunehmenden Sensibilität wich, oder dass ein verhältnissmässig normales Empfindungsvermögen nach der Operation sich nachweisen liess, das in wenigen (6—12) Tagen bis fast oder bis zur absoluten Anästhesie unter leichten Schwankungen abnahm, und von da an wieder allmählig zu der vorherigen Höhe anstieg.

Was die Nerven der oberen Extremität betrifft, so liegen hier

---

\*) Deutsche Klinik 1859. Beobachtungen über die Wiederkehr der Empfindung nach Nervendurchschneidungen am Menschen.

Beobachtungen vor, die zum Theil aus sehr früher Zeit stammen, z. B. die von Bécclard [1825, citirt nach Arloing & Tripier\*)], der in einem Falle von Durchtrennung des Nerv. ulnaris im unteren Theile des linken Vorderarms wenige Tage nach der Verletzung ein, wenn auch abnorm schwaches, Empfindungsvermögen im Verbreitungsgebiet dieses Nerven nachweisen konnte. Ferner hat im Jahre 1853 Paget (citirt nach Eulenburg\*\*) und Anderen) zwei Fälle von Schnittverletzung des N. medianus, in der Höhe des Handgelenks, veröffentlicht, in welchen sich die ersten Spuren der wiederkehrenden Sensibilität nach 1½ bis 2 Wochen zeigten. Ein bedeutender Fortschritt in der Erkenntniss der uns hier beschäftigenden Fragen wurde Anfangs der zweiten Hälfte der 60er Jahre durch die Beobachtung des berühmten Richet'schen Falles gemacht\*\*\*). Eine Arbeiterin hatte sich kurz oberhalb des Handgelenks eine Verletzung zugezogen, durch welche der N. medianus vollständig durchtrennt worden war; in dem Verbreitungsgebiet dieses Nerven in der Volarfläche der Hand war trotzdem das Empfindungsvermögen auffallender und merkwürdiger Weise völlig erhalten und normal, bis auf den Zeigefinger, an dem es etwas abgeschwächt war. Als nun Richet von dem peripheren Ende, um Behufs Anlegung der Nervennaht die Unebenheiten desselben zu entfernen, und um ein Untersuchungsobject für das Mikroskop zu erhalten, eine Partie abtrug, zeigte sich zum weiteren höchsten Erstaunen sämmtlicher Anwesenden der periphere Stumpf sensibel, indem die Patientin bei Vornahme dieser kleinen Operation bedeutenden Schmerz äusserte! Dieser Fall war die Hauptveranlassung zu den Experimenten, welche bald darauf Arloing und Tripier an Thieren anzustellen begannen und deren hochbedeutende Resultate uns noch später viel beschäftigen werden.

Nach einer anderen und weiteren Richtung sehr interessant ist die ähnliche Beobachtung von H. Kraussold†); nach einer wegen Sarcombildung vorgenommenen Resection eines 11 Ctm. langen Stückes des N. medianus zeigte sich die Sensibilität der Hand und der Finger vollkommen normal und bot auch während der gesammten Behandlungszeit nicht das Geringste von der Norm Abweichende dar. Häufiger noch wie die in dieser letzteren und der Richet'schen Beob-

\*) Archives de physiologie. 1869. p. 34.

\*\*) Lehrbuch der Nervenkrankh. von A. Eulenburg. 1878. II. p. 7.

\*\*\*) Gazette des hôpitaux. 1867. Novbr. No. 131.

†) Archiv für klinische Chirurgie. 1877. Beitrag zur Nerven Chirurgie, p. 448.

achtung constatirte vollständige Erhaltung der Sensibilität, ist eine mehr oder weniger starke Abschwächung derselben (statt völliger Anästhesie), wie in dem folgenden von Durham\*) veröffentlichten Falle, gefunden worden; nach einer Continuitätstrennung des Medianus am unteren Ende des Vorderarms liess sich nur das periphere, nicht aber das centrale Ende des Nerven in der Wunde auffinden; das Empfindungsvermögen in der Vola manus war aber überall, wenn auch in etwas vermindertem Grade, nachzuweisen.

Klinische Beobachtungen von Nervenverletzungen, in welchen ein Theil des betreffenden Hautgebiets anästhetisch geworden und dies auch für immer oder doch eine beträchtliche Zeit hindurch bleibt, während in einem anderen Theile die Sensibilität sich als mehr oder minder völlig persistent erweist oder wenigstens sehr bald zurückkehrt, werden natürlich weit öfter gemacht; noch grösser ist aber die Anzahl der Fälle, in welchen wir bei dem augenblicklichen Stande unserer Kenntnisse über die Verheilung und Regeneration in ihrer Continuität getrennter peripherer Nerven eine baldige Wiederaufnahme des Empfindungsvermögens, sei diese räumlich oder dem Grade nach noch so beschränkt, der bisher sogenannten vicariirenden Function zuschreiben müssen. Sie alle oder nur eine bedeutende Menge von ihnen hier anzuführen, ist uns wegen Mangels an Raum nicht gestattet, weshalb wir uns mit einigen wenigen prägnanten Fällen begnügen müssen, auf welchen ja auch bezüglich der Theorie das Hauptinteresse ruht, während wir im Uebrigen auf die Casuistik verweisen wollen, welche sich in den in diesem Aufsätze mehrfach citirten Werken und Abhandlungen von Létievant, Weir Mitchell, Kraussold u. s. w. und besonders von Falkenheim und Tillmanns in ausreichendem Masse mitgetheilt vorfindet.

In Bezug auf die Nerven der Unterextremität können wir uns sehr kurz fassen, da nur eine verhältnissmässig geringe Anzahl hierher gehöriger klinischer Beobachtungen existirt, was auf zwei Ursachen zurückzuführen ist; einmal sind die operativen und vor Allem die accidentellen Verletzungen dieser Nerven viel seltener, wie die derjenigen der oberen Extremitäten, dann aber scheint auch factisch unser Phänomen nach keiner Richtung hin so ausgebildet zu sein, wie wir dies an den letzteren finden. Bemerken wir daher nur, dass neben Azam\*\*), Tillmanns\*\*\*) und Anderen, besonders auch Létié-

---

\*) Medical Times and Gazette 1876. p. 224.

\*\*) Schmidt's Jahrbücher. Bd. 125. S. 221.

\*\*\*) l. c. p. 76.



vant\*) Fälle von Continuitätstrennungen der verschiedenen Nerven, welche die Haut des Fusses und der Zehen innerviren, veröffentlicht haben, bei welchen Beobachtungen die Sensibilität in wechselndem Grade persistent geblieben oder sehr rasch zurückgekehrt war.<sup>1</sup>

Jedoch wie schon Eingangs dieses Aufsatzes hervorgehoben, gehören in den Bereich unserer jetzigen Untersuchungen nicht blos Fälle, in welchen dadurch, dass die beiden Nervenenden sich entweder vermöge ihrer natürlichen Elasticität von einander entfernt hatten, oder gar durch Resection eines mehr oder minder grossen Stückes sich in noch grösseren gegenseitigen Abständen befanden, eine fort-dauernde oder in kürzester Zeit wiederkehrende Sensibilität unmöglich auf ein etwaiges Zusammenheilen des verletzten Nerven bezogen zu werden vermag, sondern unzweifelhaft gehört hierher auch eine bedeutende Anzahl klinischer Fälle von Nervennaht. Vor Allem müssen wir die beiden berühmten Beobachtungen von Nélaton und von Laugier hierzu rechnen, welche, wenige Jahre vor dem Richet'schen Falle publicirt, gewissermassen als die Vorläufer desselben zu betrachten sind.

Bezüglich der Nélaton'schen Operation trug nämlich einmal Houel der Société de chirurgie im Jahre 1864 vor, dass, nachdem die Anästhesie constatirt worden, die Sensibilität im Gebiete des durchschnittenen Medianus nach einer Woche wiederhergestellt gewesen sei\*\*), während später Nélaton gestanden haben soll, dass er die Sensibilität vor Anlegung der Nervennaht intact gefunden, dass er aber darüber nichts gesagt habe, weil er die oft so herbe Kritik der Physiologen fürchtete\*\*\*). Betreffs des zur selben Zeit von Laugier†) operirten Falles wird dagegen berichtet, dass die Sensibilität im Verbreitungsbezirk des N. medianus, deren Prüfung vor Anlegung der Naht versäumt worden, noch am Operationstage selbst zurückgekehrt sei, während Vulpian 14 Tage nachher keine Spur von Empfindungsvermögen im Gebiete dieses Nerven mehr vorfand††).

Lemke verlangt in seiner Dissertation, ebenso wie auch noch mehrere andere Schriftsteller, Aufklärung über die angeblichen Widersprüche der Autoren in Bezug auf diese beiden Beobachtungen†††);

\*) Létiévant, Traité des sections nerveuses. 1873. p. 138.

\*\*) Archives de physiol. 1869. p. 35.

\*\*\*) Langenbeck's Archiv l. c. p. 450.

†) Comptes rendus de l'acad. des sciences 1864. No. 25 und No. 29.

††) Gazette des hôpitaux. 1867, p. 520.

†††) Lemke, Dissertation: Ueber Nervennaht. Berlin 1876.

allein es scheint ein Widerspruch gar nicht vorhanden zu sein, wenn man nur den richtigen Massstab an dieselben legt. Denn gleichwie in den Eingangs dieses Abschnittes citirten Fällen von Resection längerer Stücke verschiedener Trigemini-äste ist nach der Nélaton'schen Operation die Sensibilität im Verbreitungsbezirke des Medianus erhalten geblieben, dann trotz Anlegung der Nervennaht verloren gegangen, um schliesslich auch wieder, ohne in ursächlichem Zusammenhange mit der letzteren zu stehen, genau wie in den Lotzbeck'schen Fällen wieder zu erscheinen.

Das Bild der Laugier'schen Beobachtung weicht von dem eben gegebenen des Nélaton'schen Falles nur in dem einen Punkte ab, dass die Sensibilität erst nach der Naht constatirt wurde; da dieselbe jedoch vor der Operation gar nicht untersucht worden, könnte sie immerhin, wie Einige meinen, gleichfalls persistent geblieben sein\*). Hierdurch würden die beiden Fälle völlig conform; allein diese Annahme ist gar nicht einmal nothwendig, da auch in mehreren Lotzbeck'schen Resectionen kurze Zeit nach der Operation Anästhesie beobachtet wurde, die dann erst einem allmählig zunehmenden Empfindungsvermögen Platz machte.

Sehr instructiv nach dieser Richtung hin, dass nämlich eine nach der Naht eines durchschnittenen Nerven wieder auftretende Sensibilität nur mit grosser Vorsicht auf eine durch die erstere ermöglichte schnelle Verheilung der Nervenenden bezogen werden darf, ist auch der Fall Baudens, den Létievant\*\*) mittheilt, in welchem der Medianus, Ulnaris, Cutaneus internus und Musculo-cutaneus eine völlige Continuitätstrennung erfahren hatten und so von den grossen Armnerven allein der Radialis intact geblieben war; trotzdem liess sich 24 Stunden nach Anlegung der Nervennaht ein ausgeprägtes Empfindungsvermögen an Hand und Fingern nachweisen, das in der folgenden Zeit mehrfache Schwankungen durchmachte, ohne dass jedoch an irgend einem Punkte der gesamten Extremität vollständige Anästhesie vorhanden war. Nach 8 Tagen indessen „l'autopsie fit voir, que les extrémités des nerfs sectionnés n'étaient nullement réunies et qu'elles n'étaient pas même en rapport“. Diesen Fall muss man sich stets vor Augen halten, wenn man an die manchmal höchst auffallenden Beobachtungen einer angeblichen äusserst schnellen Wirkung der Nervennaht, so z. B. an die merkwürdige derartige Veröffentlichung

\*) Langenbeck's Archiv. l. c. p. 450.

\*\*) Létievant, Traité des sections nerveuses. 1873. p. 119.

Kraussold's\*), den richtigen Massstab anlegen will; derselbe vereinigte nämlich die beiderseitig 2—3 Finger breit über der Handgelenksgegend durchschnittenen sämtlichen drei grossen Vorderarmnerven durch paraneurotische Catgutnähte, nach welcher Operation das absolut anästhetisch gewordene Hautgebiet derselben vollständig sein Empfindungsvermögen wieder erlangte. Bereits nach 40 Stunden liessen sich die ersten Spuren des letzteren nachweisen, welche derartig sich vermehrten, dass es am 4. Tage als fast normal, am 7. als bis auf eine kleine Stelle ganz normal zu bezeichnen war. Nach drei Wochen war keine Anomalität mehr vorhanden. — Kraussold selbst führt seinen Fall als neuen „Beweis“ für den Werth und die Wirkung der Nervennaht an, da „bei der Grösse der beschriebenen Verletzung Täuschungen bezüglich anastomotischer Sensibilitäterhaltung auszuschliessen sind“\*\*). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass einmal der linke Medianus und der rechte Ulnaris nicht völlig durchtrennt und dann, dass sehr wahrscheinlicherweise die Dorsaläste der beiden Nn. ulnares bereits oberhalb der Schnittstelle den Stamm verlassen hatten und so durch die Verletzung verschont geblieben waren; wenn nun trotzdem in dem gesammten Gebiet eine absolute Anästhesie herrschte, so kann dieselbe, wie schon Falkenheim\*\*\*) hervorhebt, nur durch die hochgradige Anämie verursacht gewesen sein (da ja die Patientin dem Verblutungstode nahe war), mit deren allmäliger Abnahme während der nächsten Tage auch die Anästhesie mehr und mehr verschwand. Aber nicht bloss war eine gewisse Faseranzahl des Ulnaris und Medianus intact, sondern es sind hierbei auch der N. cutaneus internus major und der N. musculo cutaneus mit in Betracht zu ziehen, deren Endverzweigungen bis zur Handwurzel gelangen und daselbst regelmässig Verbindungen mit dem N. ulnaris und radialis, manchmal auch mit dem N. medianus eingehen; hat nun im obigen Baudens'schen Falle bei Unversehrtheit von nur einem dieser fünf Nerven Sensibilität bestanden, so wird das Verhalten der letzteren in der Kraussold'schen Beobachtung auf die gleiche Ursache zurückzuführen und nicht im Geringsten als Wirkung der Nervennaht aufzufassen sein.

Ueber die Motilität der kleinen Handmuskeln, von welchen mindestens links sämtliche vom Ulnaris und rechts sämtliche vom

\*) Centralblatt für Chirurgie. 1880. No. 47. Ueber Nerven- und Sehnennaht.

\*\*) l. c. p. 756.

\*\*\*) Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. XVI. l. c. p. 72.

Medianus versorgten nach der Verletzung völlig gelähmt sein mussten, erfahren wir leider nichts, obwohl die Frage, deren Beantwortung einzig und allein eine vollständige Klarheit über die Kraussold'sche Beobachtung verbreiten könnte, dahin lautet, wie lange nach der Naht diese durchschnittenen motorischen Nerven wieder ihre Function aufgenommen haben, und an welchem Zeitpunkt die Leitung durch die Narbe wiederhergestellt war. Angeregt durch eine dahin zielende Bemerkung Falkenheim's machte unser Operateur später die Angabe: „die kleinen Muskeln der Hand, auf die es dabei ja vor Allem ankommt, waren nicht atrophirt und functionirten vollkommen normal“\*); da jedoch diese Beobachtung einem erst mehrere Monate nach der Vornahme der Nervennaht aufgenommenen Status angehört, so lassen sich aus ihr in Bezug auf den Zeitpunkt der Verheilung auf Sicherheit Anspruch machende Schlüsse nicht ziehen.

Indessen giebt es, auch abgesehen von der Inbetrachtung einer etwaigen gleichzeitigen Muskelparalyse und deren zeitlichen und graduellen Veränderungen, ein Mittel, durch welches wir in einer gewissen Anzahl von Fällen in den Stand gesetzt sind, zu constatiren, worauf die nach einer Continuitätstrennung wiederkehrende Sensibilität zu beziehen ist, an welches allerdings die betreffenden Operateure und Beobachter bis jetzt nur sehr selten gedacht zu haben scheinen. Es ist dies das zuerst von Bärwinkel\*\*) zu einem anderen Zwecke angegebene Experiment des Hervorrufens excentrischer Sensationen durch mechanische (resp. elektrische) Reizung des peripher von der Verletzungsstelle verlaufenden Nervenstammes, welchem derselbe für den Fall der noch bestehenden cutanen Anästhesie eine differential-diagnostische Bedeutung zumessen wollte, zur Unterscheidung von schweren Quetschungen und völligen Continuitätstrennungen der Nerven. Wenn dies nun auch eine irrthümliche Annahme ist, indem das Entstehen excentrischer Sensationen in solchen Fällen nur die Thatsache der wiederhergestellten Leitungsfähigkeit der betreffenden Nervenfasern, einerlei, ob dieselben getrennt oder bloß gequetscht worden waren, beweist, wie ich bereits in meiner Dissertation\*\*\*) gezeigt habe, so ist doch dieses Symptom gerade wegen seines Ver-

---

\*) Beitrag zum Capitel der Nervennaht. Centralblatt für Chirurgie. 1882. No. 13.

\*\*) Archiv der Heilkunde XII. p. 336. Ueber ein prognostisch wichtiges Symptom traumatischer Lähmungen.

\*\*\*) Ein Fall von schwerer traumatischer Paralyse des N. radialis und medianus. Inaug.-Dissert. Marburg 1877. p. 20.

mögens die Leitungsfähigkeit des Nerven durch die Narbe hindurch nachzuweisen, für unseren Zweck von dem grössten Werth.

Können durch Reizung einer Stelle des Nerven, an welcher im gesunden Zustande excentrische Sensationen stets hervorzurufen sind, dieselben nicht hervorgebracht werden, so ist die Leitung durch die Narbe noch nicht wiederhergestellt und die in dem Hautbezirk dieses Nerven sich zeigende Sensibilität absolut nothwendig auf andere Factoren zu beziehen. Im entgegengesetzten Falle allerdings ist nicht mit der gleichen Sicherheit auch der entgegengesetzte Schluss erlaubt, da einmal durch eine eventuelle Sensibilität des peripheren Endes ein Irrthum ermöglicht erscheint und da zweitens die verheilten Nervenfasern leitungsfähig sein können, ohne dass zugleich die zugehörigen peripheren Nervenendapparate ihre Erregbarkeit wieder bereits erlangt haben, wie ja die Fälle Bärwinkel's selbst dies nachweisen; immerhin lässt sich dies Symptom neben der Berücksichtigung der Zeit des ersten Auftretens der Sensibilität und des Verhaltens der Muskelparalyse im gegebenen Falle zur Lösung der beregten Frage sehr gut verwenden. — Eine der wenigen Beobachtungen, in welchen man sich desselben bediente, hat E. Remak veröffentlicht\*), der bei einem Manne, welcher vor 34 Jahren eine Verletzung des Oberarms erlitten, einerseits vollständige Lähmung der Streckmuskeln, andererseits vollständiges Erhaltensein der Sensibilität im Radialisgebiete nachwies, bei vergeblichem Versuche, durch Reizung dieses Nerven am Oberarm excentrische Sensationen hervorzurufen!

Der letztere Fall giebt uns die Gelegenheit endlich einmal einen Blick auf etwaige analoge Verhältnisse der Motilität nach der Continuitätstrennung eines gemischten oder rein motorischen Nerven zu werfen, indem Remak in dem eben citirten Aufsätze einen zweiten Fall beschreibt, bei welchem er das Erhaltenbleiben der willkürlichen Bewegungsfähigkeit der Muskeln nach Durchschneidung ihrer Nerven behandelt.

Diese Beobachtung betrifft eine Verletzung des Ulnaris am Oberarm; nach 6 Wochen untersucht, zeigt Patient völlige Anästhesie des Kleinfingers und hochgradige Herabsetzung der Sensibilität im übrigen Gebiet des Ulnaris an Hand und Fingern, weiter absolute Paralyse des *M. flexor carpi ulnaris*, dagegen nur Parese der übrigen vom Ulnaris versorgten Muskeln, der Interossei, des *M. digitorum profundus*, des *M. adductor pollicis* und der Muskeln des Kleinfingerballens.

---

\*) Berliner klin. Wochenschr. 1874. Zur vicariirenden Function peripherer Nerven des Menschen.

Während nun bei Reizung des Ulnaris oberhalb der Narbe mittelst des Inductionsstroms keine Contractionen der betreffenden Muskeln, sondern nur excentrische Sensationen ausgelöst wurden, unterhalb der Narbe aber selbst letztere nicht mehr hervorzurufen sind, werden von einem 5—6 Ctm. unterhalb der Ellenbogenbeuge am Radialrande des *M. flexor carpi ulnaris* gelegenen Punkte aus, bis herab zum Handgelenke hin längs des Randes dieses Muskels durch die Faradisation Zuckungen sämmtlicher oben genannter vom Ulnaris versorgten Muskeln mit Ausnahme des *Flexor carpi ulnaris*, aber auch Zuckungen des *Palmaris longus* beobachtet. Der letztere Muskel, der in der Norm vom *N. medianus* versorgt wird, konnte am gesunden Arm gleichfalls von derselben Stelle aus mittelst elektrischer Reizung in Contraction versetzt werden. — Erst nach 4 Wochen gelang es, den *Adductor pollicis* durch Faradisation des oberhalb der Narbe gelegenen Theils des *N. ulnaris* zu contrahiren; nach weiteren 5 Wochen gelang dies auch bei dem *M. palmaris longus*, dem sich dann nach ca. 14 Tagen der *Flexor profundus* anschloss. Der *M. flexor carpi ulnaris* bleibt während der gesammten Beobachtungszeit vom Nerven gleichwie vom Willen aus unerregbar und zeigt bei directer Galvanisation die Entartungsreaction; die Sensibilität hat während derselben Zeit, mit Ausnahme der Haut des Kleinfingers, bedeutende Fortschritte gemacht.

E. Remak ist nun geneigt die theilweise Persistenz der Motilität der dem Ulnaris angehörigen Muskeln, welche sich nachweisen liess, obwohl anfänglich dieser Nerv bei central von der Verwundungsstelle applicirtem Reiz nicht reagirte, also als paralytisch anzusehen war, als Folge der sogenannten vicariirenden Function aufzufassen und in eine Parallele mit der nach peripherer Paralyse gemischter oder sensibler Nerven beobachteten Persistenz der Sensibilität zu setzen. Allein mit Unrecht, da es sich hier um eine einfache Innervations-Anomalie handelt, was folgendermassen zu beweisen ist.

Der *M. palmaris longus*, der gewöhnlich vom *N. medianus* regiert wird, reagirt einmal während der anfänglichen völligen Paralyse des Ulnaris auf den Willen, was bei der Unversehrtheit des ersteren Nerven selbstverständlich erscheint, dann reagirt er von einer sonst dem peripheren Verlauf des Ulnaris angehörigen Stelle aus und endlich nach Aufhebung der Paralyse dieses zweiten Nerven auf Reizung des centralwärts gelegenen Theiles desselben. Das Letztere beweist nun ohne Zweifel absolut sicher, dass der *M. palmaris longus* gleichfalls von dem *N. ulnaris* motorische Fasern erhält, während der erste Punkt dadurch klar gestellt wird, dass, wie Remak selbst anführt,

im oberen Drittel des Vorderarms eine sogenannte Anastomose, eine Nervenschlinge, zwischen dem Medianus und Ulnaris nicht gar so selten zur Beobachtung kommt, d. h. also, dass ein im Medianus herablaufendes Nervenbündel in dieser Gegend letzteren Nerven verlässt, um sich zum Ulnaris zu gesellen und dann gemeinsam mit diesem ihrem Bestimmungsorte zuzueilen. Die dem N. medianus ursprünglich angehörenden Fasern also, welche in unserem Falle die gleich zu Anfang constatirte willkürliche Bewegungsfähigkeit des M. palmaris longus bewirken, verlaufen hier und zwar beiderseits durch eine Ansaformation im oberen Theile des Vorderarms zum Stamm des Ulnaris hinüber und können an dieser Stelle von dem elektrischen Reize getroffen werden. Hiernach würde es keinen weiteren Anstand haben, ein gleiches Verhältniss betreffs der übrigen in Frage kommenden Muskeln anzunehmen, dass, während sonst der M. palmaris longus allein vom N. medianus, die betreffenden kleinen Muskeln der Hand etc. aber allein vom N. ulnaris regiert werden, diese sämtlichen Muskeln in dem vorliegenden Falle von diesen beiden Nerven gemeinsam innervirt werden: ein Verhältniss, das bekanntlich nach den Lehren der descriptiven Anatomie bei einer gewissen Anzahl von Muskeln regelmässig stattfindet. So würden wir hier nur eine Innervationsanomalie vor uns haben, welche, wie bereits im ersten Abschnitte dieser Arbeit besprochen, weder die sogenannte vicariirende Function zu erklären geeignet ist, noch auch, wie dies Remak zu glauben scheint, mit derselben in irgend einem ursächlichen oder sonst welchen Zusammenhange steht.

In solchen „Innervationsanomalien“, dann aber auch in Ungenauigkeiten der Beobachtung und in der Unkenntniss der isolirten Wirkung der einzelnen Muskeln beruhen die im Ganzen nicht sehr häufigen Nachrichten über Erhaltenbleiben der Motilität nach Durchtrennung von Nerven. Was die letzteren beiden Punkte betrifft, so hat unter Anderen Kraussold in einem bereits citirten Aufsätze\*) des Genaueren nachgewiesen, dass z. B. nach Paralyse des N. medianus, resp. des M. flexor digitorum sublimis, die Flexion der Finger, wenigstens was den dritten, vierten und fünften derselben angeht, durch den vom N. ulnaris regierten M. flexor profundus in einer Weise geschehen kann, dass ein Ausfall von Motilität nicht bemerkbar wird; ja in einem gleichfalls von demselben Autor veröffentlichten, ebenso oben schon angeführten Falle\*\*) von Durchschneidung sämt-

---

\*) Langenbeck's Archiv. l. c. 1877. p. 459.

\*\*) Centralblatt für Chirurgie. 1880. l. c.

licher Vorderarmnerven beider Oberextremitäten kurz über dem Handgelenk, hatte die betreffende Patientin die bedeutende Verletzung des rechten Armes nur mit Hülfe ihres linken *M. flexor digitorum profundus* zu Stande gebracht, da der erste mit der rechten Hand ausgeführte Schnitt ihr zugleich sämtliche Sehnen des linken *Flexor digit. sublimis* durchtrennt hatte! Sehr instructiv für diese Verhältnisse ist ausserdem noch ein von Küster\*) operirter Fall von Geschwulstbildung des *N. medianus* im oberen Drittel des Vorderarms; nach der Exstirpation bewegt die Patientin ihre Finger „ganz in derselben Weise wie vorher“, obwohl „bei einer genauen Prüfung sich ergab, dass die Muskeln, welche vom *N. medianus* innervirt werden, ausser Thätigkeit getreten waren“. Dementsprechend ergab auch die anatomische Untersuchung des durch spätere Amputation wegen Recidivs erhaltenen Präparats, „dass sämtliche vom *Medianus* innervirte Muskeln atrophisch waren“.

Häufig mag auch auf der einen Seite der von Alters her in Gebrauch befindliche Name eines Muskels Verwirrung anrichten, wie dies z. B. bei dem *Supinator longus* der Fall ist, der mit der Supination nichts oder wenigstens fast nichts zu thun hat, während auf der anderen Seite die Wirkung gewisser kleinerer Muskeln, z. B. der *Mm. interossei* und *lumbricales* als Extensoren der zweiten und dritten Phalangen manchmal unbeachtet bleibt; ist es doch auch mir in meinem eigenen, von mir selbst beschriebenen Falle von Paralyse des *Radialis\*\**) einen Augenblick so ergangen, als ich die (unter Flexion der ersten Fingerphalanx einhergehende) Extension der beiden unteren Phalangen als Zeichen der Rückkehr der Motilität der Streckmuskulatur des Vorderarms nahm, bis mich die alsbald vorgenommene elektrische Untersuchung eines Anderen belehrte.

In der localisirten, directen und indirecten elektrischen Untersuchung haben wir überhaupt das einzige, aber dafür auch völlig ausreichende Mittel, das Erhaltensein der Motilität eines einzelnen Muskels und zugleich den Verlauf des denselben regierenden Nerven genau zu ermitteln; würde dieser Weg in sämtlichen zweifelhaften Fällen, sowie in dem eben angeführten, eingeschlagen worden sein, so wären die vorliegenden Verhältnisse schon längst dem sie jetzt noch theilweise umhüllenden Dunkel entzogen!

---

\*) Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. 1877. (V. Congr. 1876) I. p. 114.

\*\*) S. meine Dissertation. I. c. p. 24.



Absolut ungerechtfertigt erscheint es weiter, wenn z. B. Fürst\*) die Hebung von Paralyse und Paresen verschiedener Gesichtsmuskeln, die nach Operationen im Facialisgebiete entstanden waren, nun auf die vicariirende Function mittelst makroskopischer resp. mikroskopischer Anastomosen der einzelnen Facialiszweige untereinander zurückzuführen sucht; denn abgesehen davon, dass in den wenigsten Fällen eine Durchschneidung der Nerven direct beobachtet wurde und dass, wie Fürst selbst hervorhebt, eine Reihe dieser Muskellähmungen mehr myopathischen als neuropathischen Ursprungs gewesen sein mag, gestattet die meist ansehnliche Zahl von Monaten, welcher die vollkommene Heilung in vielen mitgetheilten Fällen bedurft hat, die Annahme einer factischen Regeneration der verletzten kleinen Nervenäste.

Wenn es uns auf diese Weise nicht möglich ist, eine Anzahl prägnanter Fälle bezüglich der motorischen Sphäre hier vorzuführen, in welchen die Erhaltung der Motilität nach einer Durchschneidung gemischter oder rein motorischer Nerven in ähnlicher Weise sicher gestellt erscheint, wie dies innerhalb der Sensibilitätssphäre sich verhält, so müssen wir eine solche Unmöglichkeit auch betreffs der übrigen, bisher noch nicht abgehandelten peripheren cerebrospinalen Nerven constatiren.

Von diesen Letzteren ist es wohl wesentlich nur der N. glossopharyngeus, in seiner Eigenschaft als Geschmacksnerv, dessen vicariirende Thätigkeit man öfter zur Erklärung gewisser Thatsachen angesprochen hat, wenn nämlich nach Erkrankung des an der Schädelbasis liegenden Abschnittes des Trigemini, bei vollständiger Anästhesie in dessen Verbreitungsgebiet, doch das Geschmacksvermögen der vorderen Zungenhälfte erhalten gefunden wurde.

Indessen ist nach Erb\*\*) bei keiner einzigen der hierher gehörigen Beobachtungen der Nachweis geliefert, dass alle im Trigemini stammenden Fasern zerstört sind, weshalb dieselben eine Beweiskraft nach irgend einer Richtung hin nicht besitzen können. Auch Eulenburg\*\*\*) spricht von einem vicariirenden Eintreten unseres Nerven für die Lingualisfasern, giebt aber zugleich die Möglichkeit einer Doppel-Innervation des vorderen Zungenabschnittes

---

\*) Ueber partielle Facialislähmungen nach Exstirpation sub- und retro-maxillärer Lymphome von Dr. C. Fürst. *Langenbeck's Archiv.* XXV. 2. 1880.

\*\*) Erb l. c. p. 216.

\*\*\*) Eulenburg l. c. p. 132.

zu und ausserdem die einer individuellen Verschiedenheit des anatomischen Verhaltens.

So glauben wir berechtigt zu sein, eine Persistenz der Geschmacksfunktion nach Leitungsunfähigkeit der dieselbe bis dahin vermittelnden Nervenfasern für nicht existent zu erklären, womit auch übereinstimmt, dass man bei den besser untersuchten und bekannten übrigen höheren Sinnesorganen von einer vicariirenden Function nicht zu sprechen pflegt.

### III.

Ehe wir jetzt zu einem ausführlichen Referate über die nach verschiedenen Richtungen hin höchst bedeutungsvollen Thierexperimente von Arloing und Tripier übergehen, sei vorher noch erwähnt, dass bereits in den fünfziger Jahren Türck (Siehe unter Anderem: Remak, Berl. klin. Wochenschr. 1874. Zur vicariirenden Function peripherer Nerven des Menschen p. 601) durch Versuche an Hunden gezeigt hat, dass es, wie er sagt, „ausschliessende und gemeinschaftliche Verbreitungsbezirke der Hautnerven“ giebt, von welchen sich die ersteren bloss an Hals und Rumpf nachweisen lassen, d. h. dass nach Durchschneidung der Hals- und Rumpfnerven stets bandförmige Hautstreifen mit absoluter Anästhesie sich vorfinden, während nach Continuitätstrennung der Extremitäten- und Gesichtsnerven jede Anästhesie fehlen kann. — Hauptsächlich durch die bei dem geschilderten Richet'schen Falle gemachten auffallenden Beobachtungen veranlasst, begannen Ende der sechziger Jahre Arloing und Tripier ihre Experimente, welche sie in zwei grösseren Publicationen in den Jahrgängen der „Archives de physiologie“ von 1869 und 1876 ausführlich mitgetheilt haben. Zuerst — und diese Versuche sind fast allein in der früheren Arbeit enthalten — experimentirten sie an den Nervenstämmen der Extremitäten von Hund und Katze, später auch am Facialis und Accessorius und an verschiedenen Trigeminasästen dieser Thiere, sowie ausserdem an den genannten Nerven von Kaninchen, von Pferden und Eseln. Leider gestattet es uns nicht der Raum, die Experimente selbst genauer zu beschreiben und müssen wir daher uns darauf beschränken, im Wesentlichen nur die erhaltenen Resultate mitzutheilen, indem wir bezüglich der Details auf die Originalarbeiten zu verweisen gezwungen sind. Der Persistenz der Hautsensibilität haben sie ausschliesslich eine erste Reihe von 31 Experimenten gewidmet, die sämmtlich in Durchschneidung eines oder mehrerer Nervenstämmen oder Nervenendzweige an den Vorderextremitäten von

Hund und Katze bestehen. Nach der Einzelsection des Radialis, des Medianus, des Ulnaris in verschiedener Höhe vom unteren Drittel des Oberarms bis herab zum Handgelenk constatirten sie jedes Mal, dass beim Hunde keine einzige Zehe vollständige Anästhesie zeigte und bei der Katze sich nur nach Durchschneidung des Ulnaris die 5. Zehe, welche allein von dem letzteren innervirt wird, als gefühllos nachweisen liess. Die Section des Radialis modificirt bei den Thieren kaum die Sensibilität der Dorsalfläche der Zehen, die des Medianus veranlasst leichte Anästhesie des inneren Randes der 2. und die des Ulnaris (beim Hunde) ruft völlige Anästhesie bloss des äusseren Randes der 5. Zehe hervor (1869 p. 46—48).

Nach der gleichzeitigen Durchschneidung des Medianus und Ulnaris beim Hunde in derselben Höhe entsteht Anästhesie auf der Mitte der Volarfläche der Zehen und an der äusseren Hälfte der 5. Zehe, nach der des Medianus und Radialis: unvollständige Anästhesie der inneren Hälfte des Index; nach der Durchschneidung des Ulnaris und Radialis wird die 5. und 4. Zehe anästhetisch. — Bei der Katze bewirkt die combinirte Section des Medianus und Ulnaris die Insensibilität der 4. und der kleinen Zehe, die des Medianus und Radialis macht den Index und die Mittelzehe, die des Ulnaris und Radialis die Kleinzehne anästhetisch (p. 48—51).

Hierauf wurden Durchschneidungen der Endäste dieser drei Nerven vorgenommen und zwar meist in der Höhe des Metacarpus, stets aber wurde sowohl nach der isolirten Section, als nach der combinirten von Medianus- und Ulnarisästen, die Unversehrtheit der Sensibilität constatirt. Bei der successiven Durchschneidung der vier Collateralnerven der zweiten Zehe zeigt sich nach der Section des ersten Astes keine Veränderung, nach der des zweiten ist leichte Anästhesie nachzuweisen, welche nach der Section des dritten weiter ausgesprochen erscheint. Die Durchschneidung des 4. und letzten Collateralnerven erzeugt völlige Anästhesie der betreffenden Zehe (p. 51—53).

Diese Experimente beweisen, dass der Erfolg der Section eines Nervenstammes bezüglich der Sensibilität einer Zehe davon abhängt, wie viele Collateralnerven die letztere von diesem Stamme erhält; daher zieht die Durchschneidung des Ulnarisstammes bei der Katze völlige Anästhesie der 5. Zehe nach sich, weil sämmtliche vier Collateralnerven derselben vom Ulnaris stammen. Beim Hunde giebt dieser Nerv nur drei Zweige an die kleine Zehe, daher verursacht die Section desselben nur unvollständige Anästhesie, welche aber, worauf

wir besonders hinweisen wollen, gemäss der Experimente 23—29 der zweiten Serie, in kürzester Zeit völlig zu verschwinden vermag, während die auf dieselbe Weise verursachte Anästhesie der 5. Zehe bei der Katze stationär bleibt.

Bei demselben Thiere beraubt die Section des Ulnaris und des Medianus, oder die Section des Ulnaris und des Radialis nur die Kleinzehe völlig ihrer Sensibilität, da in dem ersten Falle der Radialis, in dem zweiten der Medianus an die übrigen Zehen wenigstens ein oder zwei Collateralnerven abgeben; die Section des Radialis und Medianus bewirkt vollständige Anästhesie der 2. und 3. Zehe, da dann sämtliche Collateralnerven dieser beiden Zehen ausgeschaltet sind. Bei beiden Thieren erholt sich die abgeschwächte Sensibilität einer Zehe in verhältnissmässig kurzer Zeit, sobald nur mindestens ein Collateralnerv derselben von der Section verschont geblieben ist (l. c. p. 308—312). Einige weitere Experimente am Medianus und Radialis des Hundes finden sich auch in der zweiten, 1876 (l. c. p. 122, 123) veröffentlichten Arbeit beschrieben; die Versuche, die Arloing und Tripier mit den Nerven der hinteren Extremitäten anstellten, ergaben analoge Resultate (1869. p. 321), weshalb sie nicht weiter publicirt wurden.

Auch die Aeste des Trigemini wurden durchschnitten, und zwar der Supraorbitalis, Infraorbitalis und Mentalis bei Hunden, Kaninchen, Pferden und Eseln (1876. p. 109—119); allerdings wurden diese Experimente wesentlich wegen der „sensibilité dans le bout périphérique“ angestellt, es findet sich jedoch bei ihrer Beschreibung mehrfach gelegentlich erwähnt, dass die Sensibilität des betreffenden Hautbezirkens, wenn auch häufig in abgeschwächtem Grade, persistent gefunden worden.

Angeregt durch die Resultate, welche sie bezüglich des Beharrens der Sensibilität besonders bei der successiven Durchschneidung der vier Collateralnerven der Finger erhalten hatten, kam den beiden französischen Forschern die Idee (1869. p. 53), nun auch die Sensibilitätsverhältnisse des peripheren Stumpfes näher zu untersuchen und so ist denn dieser interessanten physiologischen Thatsache der ganze Rest ihrer Experimente gewidmet, der grösste Theil der zweiten Hälfte der Arbeit von 1869 und die gesammte in denselben Archives de physiologie niedergelegte Abhandlung von 1876, indem von da an die Beobachtung der Persistenz des Empfindungsvermögens der Haut fast gänzlich in den Hintergrund tritt.

Eine Summe von zunächst 22 Experimenten der zweiten Serie ist es, welche sie in den diesem physiologischen Phänomen gewidmeten

Abtheilungen des Aufsatzes von 1869 uns vorführen; sie betreffen sämmtlich die Nerven der Vorderextremitäten von Hund und Katze und sind dies offenbar zum weitaus grössten Theile eben dieselben experimentellen Nervendurchschneidungen, welche bereits zur Untersuchung der Persistenz der Sensibilität der Haut gedient hatten, was wir hier, da Arloing und Tripier dies nicht in genügender Weise hervorhoben, aus bestimmten Gründen gleich zu Anfang nachdrücklich betonen wollen. Zuerst prüfen sie die Sensibilität des peripheren Stumpfes eines Endzweiges der Stämme des Radialis, Medianus und Ulnaris, nachdem sie jedes Mal zwei von diesen Stämmen durch die Section für das Experiment ausgeschaltet haben (p. 54); durch Kneifen des peripheren Stückes des Nervenendastes des einzigen intacten Stammes zwischen den Branchen einer Pinzette rufen sie dann stets nach einem Zeitraum von meist 20 Minuten deutliche Schmerzäusserung des Thieres hervor. Die Sensibilität des Nervenendes verschwindet, wenn der Stamm dieses Endastes durchschnitten wird.

Darauf stellen sie Versuche an mit den peripheren Stümpfen der drei Nervenstämme selbst, welche sie zu je zwei in der Mitte des Vorderarms durchschneiden, wobei nur der dritte Stamm unversehrt bleibt; stets finden sie innerhalb eines Zeitraums von  $\frac{1}{2}$  Stunde bis allerdings zu 24 Stunden die peripheren Nervenenden sensibel, wenn auch, wie wohl selbstverständlich, die Sensibilität das eine Mal etwas mehr, das andere Mal etwas weniger deutlich ausgesprochen erscheint (p. 55).

Weiter wird die Empfindungsfähigkeit des peripheren Stumpfes eines Nervenendastes untersucht, dessen Stamm einerseits durchschnitten ist, während andererseits der eine oder die beiden anderen grossen Nervenstämme intact bleiben; hierbei stellt sich heraus, dass bei der Section eines Endastes des Medianus die sensibilité dans le bout périphérique sich noch constatiren lässt, wenn der Medianusstamm und einer der beiden anderen Stämme schon durchschnitten sind, und dass dieselbe erst mit der Section des dritten Stammes verschwindet. Bezüglich des Radialis und Ulnaris ist zu bemerken, dass die Sensibilität nach Durchschneidung des zugehörigen Stammes nicht mehr in Erscheinung tritt (p. 56–58). — Nach der successiven Section der vier Collateralnerven einer Zehe sind je ein, je 2 und je 3 Stümpfe sensibel; nach der Section des 4. und letzten Nerven sind alle vier insensibel.

Werden die einzelnen Nervenstämme oberhalb des Ellenbogens durchschnitten und dann der betreffende periphere Stumpf auf seine

Sensibilität geprüft, so zeigt es sich, dass derselbe niemals solche besitzt (p. 58).

Die Nerven wurden stets ganz durchschnitten und ca. einen Centimeter weit isolirt; bei der Reizung wurden sie sorgfältig erfasst, so dass sie nicht den geringsten Zug erleiden mussten (ibid. p. 313).

Aber auch des Mikroskopes bedienen sie sich zur Lösung ihrer Frage; zuerst ist desselben bei folgendem Experimente gedacht, das sie an einem Hunde anstellten. Nachdem ein Stück eines Radialisastes reseziert und dabei beobachtet worden, dass die von diesem versorgten Hautpartien ihr Empfindungsvermögen beibehalten hatten, wird nach Verheilung der gesetzten Wunde vier Wochen später der periphere Stumpf in der Narbe wieder aufgesucht und derselbe sensibel gefunden. Ein Stück des peripheren Nervenendes wird reseziert, wobei sich erneut Sensibilität zeigt und dasselbe dann sofort mit dem Mikroskop untersucht, welches „un certain nombre de tubes nerveux intacts“ nachweist; nach der drei Wochen später erfolgten Tödtung des Thieres wird der periphere Stumpf des Radialisastes einige Zeit mit Alkohol und Chromsäure behandelt und dann mikroskopisch untersucht und darin eine grosse Anzahl intacter Nervenfasern (p. 314) inmitten der degenerirten Fasern gefunden. Dasselbe Resultat haben weitere Versuche mit Aesten des Medianus und Ulnaris; stets ist das periphere Ende derselben sensibel und stets werden nach einiger Zeit neben den degenerirten auch eine Anzahl gesunder Fasern bemerkt.

Um über die Herkunft dieser Fasern näheren Aufschluss zu erhalten, haben nun Arloing und Tripier eine Reihe weiterer Versuche angestellt; zunächst durchschnitten sie den N. radialis im oberen und zugleich im unteren Theile des Vorderarmes und prüften das obere Ende des intermediären Nervenstückes auf seine Sensibilität; da dasselbe sich vollständig insensibel erwies, schlossen sie, dass jene intacten Fasern nicht während des Verlaufes des Radialis am Vorderarm ihm von anderen Nerven her zugekommen sein könnten. Ein weiteres Experiment, das sie in der Art anstellten, dass nach der Section des äusseren volaren Nerven des Kleinfingers durch zwei Kreuzschnitte die Nerven des Sohlenballens von denen der Zehen vollständig getrennt wurden, zeigte ihnen, da das periphere Nervenende und die vier Ballenlappen Sensibilität aufwiesen, dass dieser Nervenast von den übrigen Collateralnerven her Fasern erhält, welche dieselben längs der letzten Phalangen abgeben; dies wird noch sicherer bewiesen durch einen ähnlichen Versuch, bei welchem nach Durchschneidung eines Collateralnerven die centralwärts gelegene Hautpartie des

betreffenden Längsviertels des Fingers von der übrigen Haut durch zwei parallele Schnitte getrennt wird, wobei das periphere Nervenende gleichfalls constant sensibel bleibt (p. 316).

Im Uebrigen sei noch aus der Arbeit von 1869 erwähnt, dass Arloing und Tripier mehrfach bei der mikroskopischen Untersuchung des centralen Nervenendes degenerirte Fasern gefunden haben, welche jedoch weniger zahlreich waren, wie die intacten Nervenfasern des peripheren Stumpfes, und dass sie bezüglich der Sensibilität des letzteren völlig analoge Resultate bei den experimentellen Durchschneidungen der Nerven der hinteren Extremität erhielten. Der besseren Uebersichtlichkeit halber knüpfen wir hier gleich den Schluss des 1876 veröffentlichten Aufsatzes an (p. 120—128), in welchem einestheils die Sensibilität des peripheren Endes der Extremitätennerven auch des Kaninchens, des Pferdes und des Esels constatiert wird, während andererseits durch mehrfache Experimente an Hunden sicher nachgewiesen wird, dass diese Sensibilität nach Durchschneidung des Radialis, Medianus und Ulnaris in gewissen Höhen stets mit der Anwesenheit intacter Fasern innerhalb des peripheren Stumpfes zusammenfällt und bei Abwesenheit derselben gleichfalls nicht in Erscheinung tritt.

In dieser zweiten Arbeit geben unsere beiden französischen Physiologen weiter zunächst einiges Historische über die „sensibilité récurrente“, worüber wir im 5. Abschnitt referiren werden, wiederholen die Resultate ihrer früheren Versuche und gehen dann zu den Experimenten über, welche sie zur Untersuchung der Sensibilität des peripheren Endes des Accessorius und Facialis mit einer Reihe von Thieren verschiedener Gattungen angestellt haben; bezüglich dieser beiden Nerven war unser Phänomen, das zuerst an den vorderen Rückenmarkswurzeln beobachtet worden, schon lange vor Arloing und Tripier gefunden und beschrieben, so dass dieselben nur die genaueren Bedingungen festzustellen hatten, unter welchen sich dasselbe in jedem Falle am sichersten und deutlichsten hervorrufen lässt. Das allein uns hier interessirende Schlussresultat ist folgendes: Der Facialis, den sie bei Hunden, Kaninchen, Pferden und Eseln durchschnitten, zeigt in den Aesten, welche mit Trigeminuszweigen anastomotische Nervenschlingen bilden, die sensibilité dans le bout périphérique am constantesten in deren Endverzweigungen, schon weniger deutlich und regelmässig „à la surface du masséter“ und meist gar nicht mehr nachweisbar „sous la parotide“; dementsprechend findet sich im ersten Falle eine verhältnissmässig grosse Anzahl gesunder Fasern in dem im übrigen degenerirten peripheren Ende, welche im

zweiten Falle schon bedeutend abgenommen hat, um im dritten und letzten Falle meist ganz oder fast ganz gleich Null zu werden. Bei doppelter Section des Facialis in der Peripherie und auf der Schläfe zeigte sich das intermediäre Stück sensibel und liessen sich darauf auch in demselben intacte Fasern nachweisen. — „Ajoutons que Magendie avait constaté expérimentalement que le facial tient sa sensibilité de la cinquième paire“ (1876. p. 14). Den Accessorius haben unsere Autoren bei Pferden und Eseln in verschiedener Höhe durchschnitten und das periphere Ende desselben stets sensibel gefunden, doch machen sie darauf aufmerksam, dass Chevreau bei Reizung dieses Nerven innerhalb des Wirbelcanals keine Sensibilität mehr beobachtete; „on sait de plus que la sensibilité ne lui est pas fournie par le pneumogastrique, mais par les trois premières paires cervicales“ (1876. p. 25).

Drei Hauptäste des Trigeminus, der Supra- und Infraorbitalis und der Mentalis, sind in Bezug auf die Sensibilität des peripheren Endes bei denselben Thiergattungen, welche zu den Facialisdurchschneidungen benutzt wurden, experimentell geprüft worden und zwar mit meist positiven Resultaten. Der Infraorbitalis wurde häufig gleich bei seinem Austritt aus dem Foramen infraorbitale durchschnitten; die sensibilité dans le bout périphérique constatirt und später das periphere sowohl wie das centrale Ende, ebenso wie auch der gleichnamige Nerv der anderen Seite, mikroskopisch untersucht; hierbei werden inmitten der degenerirten Fasern des peripheren Stumpfes stets eine gewisse Anzahl von bis zu 10 gesunden Nervenfasern gefunden, während in dem centralen Ende eine wenn auch geringere Menge degenerirter Fasern sich vorfindet, von welch letzteren auch in dem gesunden gleichnamigen Nerven der entgegengesetzten Seite sich einige wenige entdecken lassen. Die intacten Nervenfasern des peripheren Endes liegen das eine Mal vereinzelt inmitten der degenerirten Faserbündel (p. 110), meistens jedoch mehr an der Peripherie derselben dicht unter dem Neurilem (p. 114, 115, 117); ihr Caliber ist manchmal mit dem der degenerirten Fasern im centralen Stumpfe übereinstimmend, häufiger von ihm verschieden; in einzelnen Fällen sind im centralen Ende gar keine degenerirten Fasern aufzufinden, wie dies auch bei dem Nerven der anderen Seite mehrfach zu constatiren ist. In den Endverzweigungen des durchschnittenen Infraorbitalis ist eine grössere Zahl intacter Fasern zu finden, als mehr centralwärts (p. 116).

Die Experimente mit dem Supraorbitalis und dem Mentalis geben



im Allgemeinen dieselben Resultate, weshalb wir hier auf das Original verweisen wollen.

Hätten wir so das Referat über die Experimente Arloing und Tripier's zu Ende gebracht, so müssen wir doch noch eines Punktes von der allergrössten Wichtigkeit gedenken, dem wir bisher keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt haben: es ist dies das häufig constatirte Zusammenfallen der Persistenz der Sensibilität der Haut nach Nervendurchschneidungen mit der Sensibilität des peripheren Endes. Diese Coincidenz ist bisher so wenig beachtet worden, dass selbst von den beiden Autoren, welche neuerdings grössere Arbeiten, die unser Thema tangiren, veröffentlichten, Tillmanns und Falkenheim, bei Besprechung der referirten Experimente die sensibilité dans le bout périphérique nur nebenbei erwähnt oder gar ihr Zusammenhang mit der Persistenz der Hautsensibilität (von dem letzteren wenigstens) vollständig geleugnet und als einfaches Missverständniss hingestellt werden konnte! Um so mehr müssen wir daher darauf hinweisen, dass Arloing und Tripier nicht nur bei den Experimenten, welche sie zuerst bezüglich der Persistenz des Empfindungsvermögens der Haut anstellten, die Sensibilität des peripheren Endes in den meisten Fällen constatirten — indem sie offenbar der Hauptsache nach ein und dieselben Nervendurchschneidungen zum Studium beider Phänomene benutzten, — sondern dass sie auch häufig bei den direct der sensibilité dans le bout périphérique gewidmeten Versuchen das Beharren der Hautsensibilität beobachteten und in Bezug auf die Extremitätennerven und den Infraorbitalis beschrieben und besonders notirt haben.

Zum Schlusse wollen wir noch bemerken, dass beiden Aufsätzen Abbildungen beigelegt sind, von denen besonders die mikroskopischen Bilder von Nerven-Quer- und Längsschnitten hervorzuheben sind, welche die intacten Fasern des im Uebrigen degenerirten peripheren Stumpfes zeigen.

(Fortsetzung folgt.)

---