erschieden, welche teils eine Verquickung der genannten Operationen empfehlen, teils die Tenodese oder Muskelüberpflanzung einseitig bevorzugen.

So hat Weitz (6) in Fällen von Radialislähmung die gleichzeitige Nervennaht und Ueberpflanzung des Flexor carpi radialis und ulnaris auf die entsprechenden Extensoren ausgeführt. Ich werde weiter unten besprechen, aus welchen Gründen ein derartiges Vorgehen zu verwerfen ist. Ferner haben Steintal (5), Müller (3), Egloff (2) u. a. an Stelle der Nervennaht in gewissen Fällen die Tenodese bevorzugt. Zweck dieser Zeilen ist, die Indikationsbreite der genannten Operationen festzulegen.

Die gleichzeitige Ausführung von Nervennaht und Muskelplastik bzw. Tenodese ist unangebracht, wenn auch das Prinzip: „doppelt genäht, hält gut“ auf den ersten Blick etwas Bestechendes hat. Wird der Nerv durch die Naht wieder leistungsfähig, so ist durch die Muskelüberpflanzung eine wichtige Funktion der Antagonistengruppe des gelähmten Bezirks unnötigerweise geschwächt oder ausgefallen. Bleibt die Nervenleitung nach der Naht aus, so kann ja die Muskelplastik immer noch ausgeführt werden. In der Zwischenzeit ist die fehlerhafte Gliedstellung, speziell die Hängehand bei Radialislähmung, leicht durch eine Stützschiene zu beheben. Es darf daher bis zur Entscheidung des Schicksals der Nervennaht keine einen Funktionsausfall bedingende Muskel-Sehnenoperation gemacht werden. Dasselbe gilt in verstärktem Maße für die Tenodese plus Nervennaht, speziell wenn diese mit Verkürzung der Fingerstrecker nach Egloff kombiniert wird. Die Flexion im Handgelenk wird dadurch dauernd unmöglich.

In jedem Fall von peripherischer Nervenlähmung muß der verletzte Nerv freigelegt werden, um auf die Möglichkeit der Naht, Pfropfung, Neurolyse, Nervenzwischenschaltung usw. geprüft zu werden. Auch vollständige Entartungsreaktion im gelähmten Muskelbezirk schließt ja die Wiederherstellung der Nervenleitung nicht aus. Wir sind daher auch nicht berechtigt, die Vereinigung durchtrennter Nerven in den Fällen zu unterlassen, in denen die Verletzung schon sehr lange Zeit zurückliegt. Es ist bedauerlich, daß uns in den Heimplazaretten immer noch zahlreiche Nervenschußverletzungen zugehen, in denen ohne ersichtlichen Grund die Freilegung durchtrennter Nerven unterlassen wurde. Gerechtfertigt ist diese Unterlassung nur bei deutlichen Anzeichen wiederkehrender Nervenfunktion oder bei Knochen- und Weichteilverletzungen, welche durch Eiterung keinen operativen Eingriff gestatten. Das Aufsuchen des Nerven stellt meist einen relativ einfachen Eingriff dar, der häufig in Lokalanästhesie auszuführen ist, sodaß selbst die Gefahr, einmal einen Nerven unnötigerweise freipräpariert zu haben, nicht ins Gewicht fällt. Wir Chirurgen sind darum auch geneigt, in Fällen unzweifelhafter Leitungsunterbrechung den Eingriff so früh wie möglich vorzunehmen.

Viel schwieriger zu entscheiden ist die Frage, wann eine versuchte Wiederherstellung der Nervenleitung definitiv als mißglückt zu betrachten ist. Daß wir hier die Grenzen nicht zu eng stecken dürfen, beweist ein Fall von Oehlecker (4), bei welchem nach Ischiadikusnaht erst nach drei Vierteljahren die ersten Anzeichen wiederkehrender Leitung bemerkbar wurden. Bei Entscheidung dieser Frage müssen sich Chirurg und Neurologe auf einer mittleren Linie treffen. Aber auch hier muß streng individualisiert werden: je zentraler die Verletzung des peripherischen Nerven liegt, desto länger braucht die Wiederherstellung der Leitung, ja sie bleibt häufig ganz aus, wenn die aufsteigende Degeneration am zentralen Stumpf die Ganglienzellen im Rückenmark selbst ergreift. Das beweisen z. B. die schlechten Erfahrungen, die im allgemeinen mit der Plexusnaht gemacht worden sind. Verzögert wird auch die Wiederkehr der Nervenfunktion, wenn zwischen Verletzung und Nervennaht eine lange Zeit verstrichen ist. Im allgemeinen kann man sagen, daß auch für solche Fälle sechs Monate die Grenze des Zuwartens darstellen mit Rücksicht auf die zunehmende Muskelatrophie und statischen Schädigungen im gelähmten Bezirk.

In welchen Fällen sind nun Tenodese oder Muskeltransplantation an der Stelle der Nervennaht auszuführen? Zeigt die Inspektion des verletzten Nerven eine erhebliche Diastase (5 cm und mehr), so wird sich diese durch entsprechende Gelenkstellung und vorsichtige Dehnung des peri-

Aus dem Festungslazarett Kiel-Wik.

Tenodese, Muskelüberpflanzung oder Nervennaht?

Von Dr. W. Burk, Mar.-Stabsarzt d. S. I.

Es erscheint auf den ersten Blick selbstverständlich, daß jede der drei genannten Operationsmethoden in Fällen von peripherischer Nervenlähmung nach Schußverletzung ihren eigenen Indikationsbereich hat. Trotzdem sind in letzter Zeit Arbeiten

¹⁾ Bruns Beitr. 104 H. 4.

²⁾ Siehe unsern Aufsatz in Nr. 8 dieser Wochenschrift.

pherischen Stumpfes am Neurom meist nicht ausgleichen lassen. Ueber die Dehnungsmethode nach Bethe (4) liegen zurzeit noch keine Erfahrungen vor. Die Methode wird sich auch kaum einbürgern. Denn 1. erfordert sie zweizeitige Operation, und 2. findet der zweite Eingriff in nicht mehr aseptischem Gebiet statt. Wo Gummi- und Glasröhren aus der Haut herausgeleitet werden, da stellt sich schon in kürzester Zeit eine Infektion des bis auf den Nerven führenden Wundkanals ein. Bei Ueberbrückung größerer Defekte mittels des Edingerschen Verfahrens habe ich in zehn Fällen keinerlei Erfolg gesehen. Das entspricht auch den Resultaten Bethes (1) beim Tierexperiment mit dieser Methode. Ich bedaure, mich in den genannten Fällen zu dem Versuch mit den Edinger-Röhrchen entschlossen zu haben, weil in der überwiegenden Zahl eine einfache oder doppelte Pfropfung möglich gewesen wäre. In zwei Fällen von Zwischenschaltung sensibler Nerven (N. cut. antibrach. medial.) in Nervendefekte hatte ich gleichfalls keinen Erfolg.

Nun gibt es aber Fälle, in welchen Pfropfung ausgeschlossen ist. Häufig ist bei erheblichen Diastasen der periphere Nervenstumpf vor seiner Auffaserung in die Muskeläste so kurz, daß er nicht an einen benachbarten Nerven herangebracht werden kann. Das ist z. B. der Fall am N. radialis dicht oberhalb des Ellbogengelenks, am N. medianus dicht oberhalb des Handgelenks, am N. peroneus dicht unterhalb des Fibulaköpfchens da, wo es in das Fasziennetz der Peronei eindringt. An der unteren Extremität macht eine gleichzeitige Durchtrennung von N. tibialis und peroneus die Pfropfung selbstverständlich unmöglich. Durchtrennung benachbarter Nerven schließt auch an der oberen Extremität die Pfropfung meist aus. Bei anderen Nerven, wie z. B. beim N. axillaris, dürfte eine Pfropfung der technischen Schwierigkeiten und der Kürze des Nervenstammes wegen ebenfalls schwer ausführbar sein. Tritt nach der Nervennaht Eiterung ein, so ist damit meist das Schicksal der Operation entschieden, und der Patient ist häufig nicht gewillt, denselben Eingriff nochmals vornehmen zu lassen, abgesehen davon, daß jedesmal kostbare Monate mit dem Warten auf Wiederherstellung der Leitung verloren gehen. Die Erfahrung lehrt, daß Nervenoperationen in infiziertem Gebiet aussichtslos sind. Hierher gehören Fisteleiterungen bei schwer infizierten Schußkanälen in direkter Nachbarschaft des durchtrennten Nerven. Wir wissen alle, wie hartnäckig solche, namentlich mit Knochenverletzung komplizierten Fisteln sind, speziell wenn kleine bis kleinste infizierte Sprengstücke sich in der Umgebung des Schußkanals befinden. Diese Eiterungen trotzen oft Monate und Jahre hindurch jeder konservativen und operativen Maßnahme. Auch solche Fälle gehören der Muskelplastik oder Tenodese. Kurz zusammengefaßt: Wenn irgend möglich, direkte Nervennaht. Bei unvereinbaren Diastasen einfache oder doppelte Pfropfung. Bei Unmöglichkeit der Pfropfung nach erfolgloser Nervennaht und bei nicht zu beseitigender Fisteleiterung im Gebiet der Nervenverletzung plastische Operation im Lähmungsbezirk.

Der jüngste Vorschlag Bethes (1), Leichennerven zur Interposition zwischen die Nervenenden zu verwenden, verspricht neue, glänzende Möglichkeiten, um so mehr, da ausgezeichnete Erfolge im Tierexperiment erzielt wurden. Er ist geeignet, die obigen Indikationsstellungen zugunsten dieser plastischen Nervenoperation zu verschieben und die Pfropfung ganz zu verdrängen.

Es erhebt sich noch die Frage, in welchen Fällen die Tenodese der Muskelüberpflanzung vorzuziehen ist und umgekehrt. Für die Hängehand bei Radialislähmung scheint mir die Tenodese zweckmäßiger, speziell bei schwer Arbeitenden. Denn es ist auf die Dauer fast unmöglich, durch Kontraktion der überpflanzten Flexoren der Hand das Handgelenk in Extension zu erhalten. Und nur in dieser Stellung ist bei Radialislähmung ein einigermaßen kräftiger Faustschluß möglich. Die Tenodese der Handextensoren wird am besten mit einer Verkürzung der Fingerstrecker kombiniert.

Der paralytische Spitzfuß bei Peroneuslähmung eignet sich besser für Muskelüberpflanzung. Denn in der kräftigen Wadenmuskulatur stehen uns leistungsfähige Muskeln, wie der Triiceps surae und der Flexor digitorum, zwecks Ueberpflanzung zur

Verfügung. Eine Tenodese der Extensoren schaltet außerdem die Wirkung der Flexoren aus und stört erheblich die Abwicklung des Fußes.

Die folgenden Fälle sind nach den oben angegebenen Gesichtspunkten operiert:

Fall 1. Grenadier K., aufgenommen am 19. Mai 1916 mit Schußbruch des linken Oberarms und Radialislähmung links. Verwundet am 27. Februar 1916.

Befund. Ueber der Mitte des linken Oberarms an der Außenseite handtellergroße Narbe mit zentraler Granulationsfläche. Mehrere Fisteln führen auf den Splitterbruch des Humerus. Pseudarthrose. Versteifung des Ellbogengelenks, Hängehand. Elektrisch und galvanisch vom Nervus radialis und der zugehörigen Muskulatur keine Reaktion. Behandlung: Rechtwinkliges Extensionstriangel, Massage usw. 26. Mai Sequestrotomie. Heilung der Fisteln, Pseudarthrose unverändert. Operation (8. September): a) Exzision der handtellergroßen, mit dem Knochen verwachsenen Narbe am Oberarm. Exzision von Narbenkallus zwischen den Bruchenden. Mobilisation der Haut durch Entspannungsschnitt auf der Innenseite des Oberarms, um Hautdeckung für die später vorgesehene Knochenbolzung zu bekommen. b) Revision des N. radialis. Peripherischer Stumpf endigt zwei Querfinger oberhalb des Ellbogengelenks, ist zu kurz zu jeder Pfropfung. Zentraler Stumpf oberhalb der Oberarmmitte in einem Neurom endigend. c) Tenodese des Extensor carpi ulnaris und Extensor carpi radialis mittels Drahtnaht durch Radius und Ulna. Verkürzung der Strecksehnen sämtlicher Finger durch Schlingenbildung. 18. Oktober g.v. entlassen. Pseudarthrose mit voller Beweglichkeit aller Gelenke knöchern geheilt, Hand in Dorsalflexion, Faustschluß kräftig.

Fall 2. Unteroffizier Th., aufgenommen am 5. März 1916 mit Schußbruch des rechten Oberarms und Radialislähmung. Gewehrscuß am 25. September 1915. Teilweise Versteifung des Schultergelenks, fast völlige des Ellbogengelenks. Pseudarthrose in der Mitte des Oberarms. Typische Radialislähmung. Von Muskel und Nerven aus faradisch und galvanisch keine Reaktion. Rechtwinklige

Fig. 1.

Triangelextension, Massage, Elektrisieren. 20. Mai. Pseudarthrose fest, Gelenke beweglich. 4. Juli. Operation: Freilegung des N. radialis, 6 cm lange Diastase. Peripherischer Stumpf zur Pfropfung zu kurz. Ueberbrückung des Nervendefektes mittels Edinger-Röhrchen. Mäßige Eiterung post operationem mit Abstoßung von Agarteilchen aus dem Röhrchen. Letzteres selbst heilt ein. 6. November. Keinerlei Anzeichen wiederkehrender Nervenfunktion, daher am 6. November Tenodese mit Sehnenverkürzung wie in Fall 1, jedoch werden die Extensoren der Hand nicht durch Drahtnaht am Knochen, sondern unter einem türflügelartigen Lappen des Periosts von Ulna und Radius befestigt. 20. November. Faustschluß kräftig möglich (s. Fig. 1). Wunde per primam geheilt.

Fall 3. Musketier C., aufgenommen am 28. Oktober 1915 mit Granatsplitterverletzung der rechten Halsseite durch Schuß (6. Juli 1915). Befund: An der rechten Halsseite eine bis zum Schlüsselbein herabreichende, fast handtellergroße Narbe. Schulter- und Armmuskulatur rechts hochgradig atrophisch, Schultergelenk völlig in Adduktion versteift. Ellbogengelenk teilweise versteift. Ueber dem äußeren Drittel der Klavikula eine auf den Knochen führende Fistel. Partielle Lähmung des N. radialis und medianus, totale Axillaris- und Muskulotaneuslähmung. Geheilte Schußfraktur der rechten Klavikula. 23. Dezember. Entfernung eines französischen Infanteriegeschosses hinter dem Schlüsselbein. 6. Juni 1916. Operation. Freilegung des Armplexus, der aus derben Narben gelöst wird. Schutz desselben gegen neue Narbenumklammerung durch Fett und Kalbsarterien. Der taubeneigroße Knochenkallus des Schlüsselbeins, der ebenfalls auf den Plexus drückt, wird reseziert. 15. September. Die Radialislähmung hat sich gebessert, aktive Dorsalflexion der Hand möglich. Im übrigen hängt der Arm schlaff herab. Die Medianusparese hat sich gebessert. Faustschluß möglich, aber schwach. 3. Oktober 1916. Operation: Blutige Mobilisierung des knöchern versteiften Schultergelenks. Transplantation des kräftig entwickelten Pectoralis major an Stelle des gelähmten M. deltoideus. Die Muskeltransplantation ist glatt geheilt. Der Erfolg der Gelenkmobilisation ist durch Ausstoßung der frei überpflanzten Oberscheukelfaszie, die

den Humeruskopf überkleidete, beeinträchtigt. 25. November. Aktive Erhebung des Arms nach vorn und nach der Seite bis 45° möglich; passive bis zur Horizontalen. Der Fall ist noch nicht abgeschlossen.

Fall 4. Musketier Gl., aufgenommen am 29. Januar 1916 mit Schrapnellsschuß der linken Halsseite und partieller Plexuslähmung. Verwundet am 22. September 1915. Befund: Kleiner Einschuß am Nacken in Höhe des dritten Halswirbels. 8 cm tiefe Fistel. Ausschuß in gleicher Höhe am vorderen Rande des Sternokleido geheilt. Schlaffe Lähmung des Armes. Hypästhesie daselbst. Schulter- und Armmuskulatur hochgradig atrophisch. Aktive Streckung im Ellbogen- und Handgelenk möglich, mit den Fingern nur Wackelbewegungen. Partielle Versteifung des Schultergelenks. Adduktion des Oberarms ziemlich kräftig (Pectoraliswirkung). Aktive Beweglichkeit des Handgelenks frei, sonst hängt der Arm schlaff herab. Elektrisch: Die Erregbarkeit des M. trapezius und trizeps ist erhalten, sonst an der Oberarmmuskulatur völlig erloschen. Erregbarkeit der Unterarmmuskulatur herabgesetzt. In der Folgezeit bessert sich die Beweglichkeit von Hand und Fingern. Vom N. radialis,

Fig. 2.

ulnaris und medianus gute faradische und galvanische Reaktion. 14. August. Operation. Freilegen des Plexus. Der vordere Zweig desselben weist einen 7 cm langen Defekt auf. Ueberbrückung der Diastase durch Edinger-Röhrchen. Die übrigen Zweige werden aus Narbenmassen isoliert und gegen neue Verwachsungen durch Kalbsarterien geschützt. Mobilisierung des Schultergelenks. Verband in rechtwinkliger Abduktion. Nach diesem Befunde ist keine weitere wesentliche Besserung der teilweisen Armlähmung zu erwarten. Daher Muskeltransplantation am 6. November. Die mediale Hälfte des Trizeps wird abgespalten und mit der Bizepssehne vereinigt. Der gelähmte Deltoideus wird durch den überpflanzten Pectoralis major ersetzt. 25. November. Aktive Erhebung des Arms im Schultergelenk nach vorn schon jetzt um 45° möglich. Aktive Beugung im Ellbogengelenk 45° (s. Fig. 2). Der Fall ist noch nicht abgeschlossen.

Fall 5. Matrose F. Aufgenommen am 16. August 1916 mit Peroneuslähmung links nach Weichteildurchschuß des linken Unterschenkels. Verwundet am 25. Februar 1915 durch Granatsplitter. Der Versuch einer Nervennaht vor einem Jahre war ergebnislos. Seit dem 7. März 1916 g.v. Befund: Durchschuß an der Rückseite des linken Unterschenkels dicht unterhalb des Kniegelenks. Reaktionslose Operationsnarbe daselbst. Beugung im Fußgelenk kräftig, ebenso Pronation. Dorsalflexion und Supination unmöglich. Zehenbeugung schwach. Elektrisch: Erregbarkeit vom N. peroneus und seinem Muskelgebiet aus vollständig erloschen. Geringe Herabsetzung der Erregbarkeit im Tibialisgebiet. 4. August. Operation. Transplantation des Tibialis posticus auf die Vorderseite des Unterschenkels. Fixation am Navikulare mit Drahtnaht. Ueberpflanzung des lateralen Drittels des Triceps surae auf die verkürzten Peroneussehnern. 31. März d.f. entlassen. Supination und Dorsalflexion des Fußes bis zur Hälfte der Norm möglich, Gang sehr gut. Der Fuß wird völlig normal abgewickelt.

Literatur: 1. D. m. W. 1916. Nr. 42 u. 43 — 2. M. m. W. 1916 Nr. 17. — 3. Stuttgarter ärztl. Ver. Demonstrationen. 1916. — 4. Hamburger ärztl. Ver. 1916. — 5. Stuttgarter ärztl. Ver. Demonstration. 1916. — 6. D. m. W. 1916 Nr. 44.