

### III.

## Die Lagerung des Nervus radialis bei Oberarmbrüchen der Diaphyse.

Von

Privatdozent Dr. **Julius Fessler**, München.

(Mit 4 Abbildungen.)

Im Englischen erhält dieser Nerv seinen Namen davon, daß er wie eine Spirale von innen oben nach hinten außen und unten um die Längsachse des Oberarmknochen herumläuft, und zwar liegt derselbe hinten und außen unter dem M. triceps dem Periost sehr dicht auf.

So tief er auch hier unter dem Muskel versteckt liegt, ist er an dieser Stelle gerade wegen der festen knöchernen Unterlage schon durch einfache Contusion, bei Druck Verletzungen leicht ausgesetzt.

Die Erscheinungen sind dann die bekannten der motorischen Lähmung: Beugstellung der Finger in den Grundphalangen, ulnare Abduktion und leichte Flexion im Handgelenk, Adduktion des Daumens, Pronationsstellung des Unterarmes. Der Extensor digit. communis, Extens. indicis et digit. V proprius, die Extensores carpi, radiales, der Extens. carpi ulnaris, die Abductor. poll. longus et brevis Supinator longus (sive Brachioradialis) et brevis sind also in ihrer Innervation gestört. Dabei ist oft die vom gleichen Nerven besorgte Sensibilität an der Daumen- und Zeigefingerrückseite, an der radialen Rückseite des Mittelfingers von den Nagelgliedern bis zur Mitte des Handrückens auf der radialen Seite herauf, merkwürdiger Weise ganz gut erhalten oder nur etwas dumpf herabgesetzt mit stark hyperästhetischen Rändern an den Grenzen des Innervationsbezirkes.<sup>1)</sup>

---

1) Abgesehen von der Verkleinerung des anästhetischen Bezirks durch

Diese Integrität der radialen Sensibilität ist meines Erachtens bei Oberarmbrüchen dann am häufigsten, wenn die Fraktur mit der Verletzung des Nerven in der Mitte oder im unteren Drittel des Oberarms liegt. Es erscheinen hierbei diejenigen Fasern des Radialis eine Rolle zu spielen, welche schon oberhalb der Mitte des Oberarms von seinem Stamm abgehen und oberflächlich im Muskelfleisch liegen, infolge dessen der verletzenden Gewalt im weichen Muskelpolster leichter ausweichen, während der Hauptstamm geraden Wegs auf den harten Knochen gedrückt, sogar beim Knochenbruch durch diesen selbst verletzt wird.

Wie aus meiner Literaturzusammenstellung am Schluß der Arbeit hervorgeht, ist auch bei Humerusfrakturen im mittleren und unteren Drittel mit gleichzeitiger Radialislähmung die Sensibilität weniger oft oder weniger umfangreich gestört, als bei den gleichen Verletzungen oberhalb der Mitte des Oberarms.

G. Riethus („Über Verletzungen des N. rad. bei Humerusfrakturen, etc.“, l. c.) vertritt allerdings die Auffassung, daß fast ausschließlich die collateralen Bahnen (nach Tillmanns, Archiv. f. klin. Chirurgie. Bd. 27) sehr bald mehr und mehr die Leitung übernehmen oder den Reiz durch Erschütterung benachbarter Nervenfasern, beziehungsweise deren Gefühlsapillen bei Berührung der Haut, also auf indirektem Wege zum Bewußtsein bringen (nach Létievant, Traité des sections nerveuses, und Falkenstein, Deutsche Zeitschrift für Chir. 16. S. 53). Er führt zum Beweise aus der Leipziger chirurg. Klinik mehrere Fälle (z. B. Nr. 7, 8, 11 der Literatur am Schlusse) an, in welchen nur ein ganz bestimmter, dreieckiger sehr kleiner Bezirk am Handrücken oberhalb der Basis des Daumens und Zeigefingers taub oder ganz gefühllos wurde, obwohl der Nerv. radialis ganz leitungsunfähig war. Dieser anästhetische Bezirk blieb derselbe, wenn alsdann der Nerv behufs Anfrischung operativ durchtrennt worden war. Mir ist es aber auffallend, daß gerade bei solchen Fällen mit geringer oder fehlender Sensibilitätsstörung der Knochenbruch in oder unterhalb der Mitte lag. In verschiedenen anderen seiner Fälle von schwerer Radialis-

---

Nervenanastomosen, supplierende Funktionen (Busch fand in einem veralterten Fall nur eine quadratzollgroße Fläche des Handrückens unempfindlich. Vergleiche auch Handbuch der prakt. Chirurgie 1903, Bd. IV. Bergmann, Bruns, Mikulicz. H. Kramer, Neurolyse und Nervennaht, Dissert. Heidelberg 1900. Bernhardt, Erkrankung der peripheren Nerven, I. Teil 1895. Nothnagel, Pathologie und Therapie XI, 1; ferner die Abbildungen von G. Riethus in Beiträge zur klin. Chirurg. Bd. 26, S. 720 u. 723).

verletzung und Fraktur unterhalb der Mitte war die Sensibilität ganz erhalten. Ich möchte daher der weiteren Behauptung von Riethus, daß das Vorhandensein jenes zuerst von L<sup>é</sup>tiévant nach Radialisdurchtrennung beobachteten Punctum maximum der Anästhesie zwischen dem Os metracarp. I und II bei schweren Oberarmbrüchen mit ausgiebiger Dislokation differential-diagnostisch für vollkommene Nervenzerreissung verwertet werden kann, nur dann unterschreiben, wenn der Bruch oberhalb der Knochenmitte liegt.

Riethus folgert ferner auf Seite 748 l. c. weiter:

„Während die primären Radialislähmungen nach Humerusfrakturen ihrer Entstehung nach als Contusionslähmungen bezeichnet werden müssen, wobei die Einwirkung des Trauma nur von sehr kurzer Dauer ist, verdienen die sekundären Lähmungen die Bezeichnung Compressionslähmungen, wobei zugleich in dem Worte der Begriff liegt, daß die schädigende Ursache nicht momentan, sondern dauernd einwirkt. Demgemäß sind auch die Erscheinungen beim Eintritt der sekundären Lähmungen andere, als bei den primären. Die genau beobachteten Fälle 10 und 13 ergeben das übereinstimmende Resultat, daß die Lähmungserscheinungen mit Störungen der Sensibilität einsetzen, im Gegensatz zu den primären Lähmungen, wo die Motilität von Anfang an in der oben angegebenen Weise beeinträchtigt ist und die Sensibilität zuweilen (Fall 1 und 3) vollkommen normal gefunden wird.“

Interessant ist es nun, daß Nr. 10 und 13 der von ihm citierten Fälle gerade Brüche oberhalb der Mitte und im oberen Drittel des Oberarmknochens, Fall 1 und 3 Brüche unterhalb der Mitte und im unteren Drittel sind. Ich bin vielmehr der Ansicht, daß je nach der Schwere der Quetschung, bzw. Zerreißung, vor allem aber nach dem Sitz des Bruches und der Nervenverletzung die motorischen Funktionen allein und zuerst oder in zweiter Linie auch die sensiblen ausfallen. Es kann auch vorkommen, daß die Anästhesie erst später bemerkt wird, weil der Knochenbruch als schwerste Läsion zunächst und allein in die Augen fällt und dann vielleicht noch die motorische Lähmung beobachtet wird. In merkwürdig viel Fällen der Literaturberichte findet sich z. B. gar keine Notiz über den Stand der Sensibilität nach der Verletzung.

Ich bin fest überzeugt, daß es sekundäre Lähmungen ohne jede sensible Störung gibt. Bei dem von Riethus unter Nr. 14 aufgeführten Falle, bei welchem 3 Monate nach Entstehung der Fraktur eine motorische Radialislähmung nach Fistelbildung und Knochennekrose einsetzte, schien z. B. zufolge der Krankengeschichte aus

der Thierschen Klinik die Sensibilität auf der Rückenfläche des Daumens und Zeigefingers erhalten zu sein.

F. Neugebauer stellt in einer ähnlichen Arbeit: „Zur Neuro-rhaphie und Neurolysis“, aus der Wölfler'schen Klinik in Prag (Beiträge zur klin. Chirurgie, Bd. XV S. 523) auf Grund eigener Beobachtungen und zahlreicher Literaturfälle gerade die entgegengesetzte Behauptung auf: Callus, Narbenumwachsungen des Nerven stören zuerst „die Muskelnernährung, dann die Willens-, zuletzt die Empfindungsleitung.“

Des weiteren bin ich der Meinung, daß sich die strenge Trennung in primäre und sekundäre Lähmungen nur für einen Teil der Fälle aufrecht erhalten läßt. Tatsächlich als primäre sind alle jenen Fälle zu bezeichnen, in welchen direkt an das Trauma anschließend entweder durch stärkste Contusion oder Zerreißen des Nerven seine Leitungsfähigkeit sofort aufgehört hat. Als sekundäre alle jene, bei welchen nach wochenlanger, vollkommen intakter Leitung plötzlich oder allmählich im Anschluß an Knochenfisteln, Knochenwucherungen u. s. w. die Lähmung einsetzte.

Riethus selbst fügt mehreren seiner Fälle die Bemerkung bei (l. c. S. 716, 726, 742), daß es unklar geblieben ist, ob die Lähmung wirklich erst einige Zeit nach der Fraktur eingesetzt hat: „Nach den Angaben der Krankengeschichte ist die Diagnose einer primären Radialislähmung im Falle 6 (complicierte Oberarmfraktur) nicht gestellt worden, sondern erst bei Abnahme des Verbandes nach 3 Wochen“. Es stand wahrscheinlich die Schwere der Knochenverletzung so im Vordergrund, daß man eine einwandfreie Prüfung der Nervenfunktion nicht vornehmen konnte, und in der Epikrise des Falles 12 führt er aus:

„Ob hier eine primäre oder sekundäre Lähmung vorliegt, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, da unmittelbar nach dem Unfalle wahrscheinlich wegen der zugleich vorhandenen *Fractura antebra- chii* eine Prüfung auf die Streckfähigkeit der Hand und Finger nicht vorgenommen werden konnte.“

Ich werde auf diese Angaben in der genannten Literaturtabelle weiter unten noch einmal zurückkommen, halte aber die Annahme einer erst spät erkannten Radialislähmung für solche Fälle gar nicht nötig, sondern bin der Ansicht, daß es eine Reihe von Übergängen zwischen primären und sekundären Formen schon im Entstehen der Lähmung gibt. Es kann ganz gut sein, daß im Moment der Fraktur und beim ersten Verband gar keine Lähmung oder nur eine leichte Parästhesie, leichte Motilitätsstörung vorhanden war;

sie hat sich erst im weiteren Verlauf unter dem Verband entwickelt.

Das geht auch aus der vorzüglichen Lehre der Knochenbrüche von P. Bruns (Deutsche Chirurgie. Lieferung 27. 1882) hervor. Bruns zählt dort eine große Reihe von Zufällen auf, welchen der Nervus radialis bei Oberarmbrüchen von Anfang an bis nach Ablauf der Fraktur unter verschiedenartigsten Umständen ausgesetzt ist. Im wesentlichen nimmt allerdings auch er in jener Arbeit eine primäre und sekundäre Lähmung an, letztere mit sehr weiten Grenzen. Ich halte es aber für anatomisch richtiger und zur Lösung der Frage, in welchem Zeitpunkt operativ eingegriffen werden soll, für vorteilhafter, nur die oben angeführten beiden Extreme als primär und sekundär zu bezeichnen und viele von den sogenannten sekundären Lähmungen in eine Zwischenstufe einzureihen; denn wie ich an mehreren eigenen Fällen und nachher aus der Literatur lernte, entwickelt sich die nicht sofort mit der Fraktur einsetzende, oft als sekundär bezeichnete Lähmung keineswegs als Folge der primären Quetschung, auch nicht durch die sekundäre narbige Bindegewebseinschnürung (Busch, Neugebauer), ebenfalls nicht immer durch Compression von seiten der Callus- und Narbenmassen (Finotti, Sterling, Trélat u. a.) oder durch Compression von einem dislocierten Fragment (Ollier, Czerny u. a.), sondern das Wesentliche bei dem Vorgang ist eine allmähliche oder rasch einsetzende und dann fortdauernde Überdehnung der Nerven über die mehr oder minder dislocierten Knochenbruchstücke.

Aus diesem Grunde halte ich auch den Ausdruck Compressionslähmung für die sekundären Fälle im allgemeinen, abgesehen von der Einlagerung des Nerven in einen Knochenkanal oder zwischen die Knochenstücke, nicht glücklich gewählt, weil man dabei doch immer an den Druck zwischen zwei harten Körpern (Knochen) denkt, während tatsächlich der Nerv in den meisten derartigen Fällen wie eine Sehne über den Knochenspalt gespannt und ausgezogen ist. Sind die Kanten am Knochenspalt besonders scharf, dann kommt allerdings die weitere Verletzung des Abscheuerns (Ollier, Delens, Jones, Czerny), Abknickens (Ollier, Busch, Tilleaux, Goldstein, Delens) noch dazu. Gerade diese in sehr vielen Literaturangaben beobachtete abgeknickte oder bogenförmige Verlagerung des verdünnten, abgeplatteten, stark verwachsenen Nerven über oder durch den Callus (bei der oft sehr spät nach Eintritt der Lähmung vorgenommenen Operation) spricht für eine bleibende Überdehnung des Nerven, welche gleich nach der Fraktur oder

kurze Zeit nachher eintrat. Entwickeln sich im weiteren Verlauf narbige Bindegewebsstränge über dem gedehnten (verdünnten, abgeplatteten) Nerven, so wird er später noch abgeschnürt (Neugebauer, Busch), schwillt wie in Amputationsstümpfen perlschnurartig (Ollier) unter Neurombildung an, kann auch durch wuchernden Callus gehoben und noch weiter gedehnt werden (Trendelenburg) oder ganz vom Callus umwuchert werden (Ollier, Busch, Bardenheuer, Thiersch, Ogston, Trélat, Delens). Das sind aber dann Folgeerscheinungen, das Nerventötende war die Überdehnung. Je nachdem diese von vornherein deutlich ist, oder erst später hervortritt, durch vermehrte Dislokation an Intensität zunimmt, kommt man zur Diagnose einer primären oder sekundären Lähmung.

Durch den Vorgang der allmählich zunehmenden Überdehnung lassen sich auch die oben erwähnten Fälle zwanglos erklären, in welchen anfangs Hyperästhesie (heftig reißende Schmerzen) oder Parästhesie (Kribbeln, Ameisenlaufen, Pelzigsein), später ganz unerwartet deutliche sensible, beziehungsweise motorische Lähmung oder beides gefunden wurde.

Will man also eine Klassifikation der Nervenlähmungen bei Frakturen machen, so möchte ich auf diese Zwischenstufe nicht verzichten, es lassen sich dann alle die Fälle, in welchen Riethus im Zweifel war, ob er sie primär oder sekundär benennen solle, einreihen.

Von den Radialislähmungen bei Humerusfrakturen sind demnach am besten drei Formen zu unterscheiden:

I. Entweder tritt die Lähmung sofort mit der Fraktur in Erscheinung (primäre Form) durch Quetschung oder Zertrümmerung, sofortiges Aufspießen des Nerven an oder zwischen den Fragmenten (Interposition mit Verletzung beziehungsweise Compression des Nerven),

II. oder erst nach mehreren Wochen und Monaten — eigentlich nach der Frakturheilung — (sekundäre Form) bei Fistelbildung, Nekrose, Calluswucherung u. s. w., auch nach abgelaufener Fraktur bei Pseudarthrosen (die Spätform der Interposition),

III. während der Frakturheilung — in ihren Anfängen schon bei der Frakturierung begründet, aber erst im Verlaufe der nächsten Stunden und Tage nach dem Trauma mit zunehmender Dehnung des Nerven über die dislocierten Fragmente deutlich werdend — eine Übergangsform zwischen I und II.

Es ist eine alte Regel, die aber immer wieder ins Gedächtnis gerufen werden muß: man prüfe in jedem neuen Fall, welchen man wegen einer möglichen Fraktur in Behandlung bekommt, sofort nicht allein auf abnorme Beweglichkeit des schon infolge der Schmerzen, des Blutergusses, der Unbrauchbarkeit des Knochens schlaff herabhängenden Körperteils, sondern auch auf Muskelfunktion und Sensibilität.

Ich bin überzeugt, daß bei manchen Oberarmfrakturen von Anfang an Radialislähmung vorkommt, welche erst beim Verbandwechsel beachtet und dann als eine später erfolgte angesehen wird, oft zum Schaden des Verletzten.

Ferner bin ich der Ansicht, daß die meisten Radialislähmungen bei Humerusfraktur überhaupt schon mit oder gleich nach der Entstehung des Knochenbruches, vielleicht erst nur undeutlich (und daher leicht zu übersehen), dann aber rasch zunehmend vorhanden sind.<sup>1)</sup>

Auch bei verschiedenen Literaturberichten bleibt es, wie oben bereits angedeutet wurde, sehr oft im ungewissen, ob nicht schon gleich nach der Fraktur die Lähmung eingesetzt hat, ob also die Lähmung gleich nach der Fraktur nicht übersehen wurde. Meist ist gerade in diesem Punkte die Anamnese lückenhaft. Man vergleiche z. B. auch die zwei Fälle von Kramer in Bruns, Beiträge zur klin. Chirurgie Bd. XXVIII, Heft 2: Während der Abnahme eines Schienenverbandes nach 5 Wochen wurde in einem Falle die Lähmung bemerkt bei starker Dislokation des unteren Fragments nach außen, beträchtlicher Callusbildung in der Mitte des Armes. Bei der Operation erschien der Nerv durch das untere spitze Bruchende gegen das obere angedrückt. — Das andere Mal wurde 3 Wochen nach der Verletzung bei Abnahme des Verbandes eine komplette Radialislähmung gefunden. Bei der Operation zeigte sich das vorspringende untere Bruchende als knöcherne Unterlage des Nervenbettes, das mit Callus umwachsen war.

In anderen Fällen, so in dem 1837 von Nélaton beobachteten, bestanden gleich nach der stark dislocierten Fraktur heftige Schmerzen im Verlauf des Nerven, sensible Reizerscheinungen, welche dann allmählich in Lähmung umschlugen.

Möglicherweise gehört auch der von Czerny 1878 auf dem Chirurgen-Congreß demonstrierte Fall (s. Protokoll des XIII. Chirurg.

---

1) Wie ich später in der Literatur (Deutsche Chirurgie 1882 Lieferung 27, S. 461) fand, hat P. Bruns dies schon behauptet.

Congresses, nur in einzelnen Separatabdrücken veröffentlicht) hierher. Am 14. Oktober brach ein 6jähriger Knabe durch Fall aus 5 Meter Höhe den Oberarm im unteren Drittel.<sup>1)</sup> Die starke Schwellung ging in 3 Wochen mit guter Consolidation der Fraktur zurück. Am 1. November wurde der Gipsverband entfernt, am 17. November war die Radialislähmung ohne Sensibilitätsstörung trotz fortgesetzter Beobachtung bemerkt worden. Die Operation zeigte den winklig geknickten Verlauf des Nerven über eine ganz scharfe Knochenkante des nach innen dislocierten oberen Bruchstückes. Das untere Fragment stand demnach ebenfalls wie im ersten Fall Kramers nach außen; über dieses mußte der Nerv jedenfalls herablaufen.

Ich könnte noch mehr derartige Fälle aus der Literatur aufzählen.

Interessant ist dabei auch die meist typische Lagerung des Nerven und der Bruchenden (s. Fig. 2 und 3), auf welche ich nach eigener Beobachtung weiter unten näher eingehen werde.

Ich habe den Eindruck bekommen, daß es sich in vielen ähnlichen Fällen um den gleichen typischen Vorgang der Nervenspannung über die Bruchenden mit fortdauernder Überdehnung, daraus folgender rotbrauner Degeneration und Verdünnung des Nervengewebes handelt. Dem Grade der Dehnung entsprechend waren die Symptome entweder sofort mit der Fraktur einsetzende Lähmung oder zuerst sensible Reizerscheinung, weiterhin immer stärker werdende Lähmung. Die in den Literaturfällen beschriebenen Narbenverwachsungen, Calluswucherung um den verdünnten Nerven waren alsdann sekundäre Veränderungen, Heilungsvorgänge des nachbarlichen Gewebes und wurden, weil sie als Operationsbefund bei den meist schon mehrere Wochen oder Monate dauernden Lähmungen besonders in die Augen fielen, sehr genau und an erster Stelle beschrieben, oft als eigentliches ursächliches Moment angesehen.

ad 1. Nach meiner Auffassung des anatomischen Befundes, auch nach Beurteilung der Literaturfälle tritt also die Radialislähmung meist gleich mit der Fraktur in Erscheinung (und zwar sehr häufig, wie oben bereits angedeutet, ohne Anästhesie im radialen Gebiet). Das ist auch durch die Art und Schwere der Verletzung im einzelnen Falle erklärlich. Handelt es sich um einen schweren Schlag

---

1) Nach dem Citate in der Arbeit von Riethus wurden in diesem Falle 5 Stunden nach der Verletzung die ersten Störungen der Radialisfunktion bemerkt.



oder Fall gerade auf die Stelle außen am Knochen, wo der tiefe Hauptstamm des Nerven dem Periost aufliegt, so wird bei einer solchen sehr heftig einwirkenden direkten Gewalt die Folge sein, daß der Nerv samt dem Knochen durchschlagen, an den Kanten des gesplitterten Knochen abgerissen wird. Bei indirekt von Schulter oder Ellbogen aus wirkenden Gewalten kann dasselbe eintreten.



Fig. 1.

Verlauf des Radialnerven um die hintere Fläche des Humerus.



Fig. 2.

Verlagerung des Radialnerven und der Bruchenden bei Torsions- oder Biegebuch in und unterhalb der Knochenmitte.

Bei minder starker Gewalteinwirkung wird der Knochen durchgebrochen, im Nervenstrang hingegen infolge der Contusion durch Blutextravasat und Exsudat, Zerquetschung der Achsencylinder eine solche Veränderung gesetzt, daß die Leitung sofort aufhört oder in den nächsten Stunden immer schlechter wird und so lange gestört bleibt, bis das Extravasat resorbiert ist.<sup>1)</sup> Nach P. Bruns

1) P. Bruns berichtet über die seltene Autopsie eines derartigen Falles (in Deutsch. Chir. Lief. 27, S. 462) von Gosselin, daß der Nerv blutig infiltriert, leicht zerreißlich, das Neurilemm erhalten und in der Ausdehnung von 6 mm [mit] einem rötlichen Brei erfüllt war, in welchem nur wenig intakte Nervenfasern zu erkennen waren.

(Lehre von den Knochenbrüchen. Deutsche Chirurgie, Lief. 27) ist dies die häufigste Form der Nervenverletzung. Die große Mehrzahl solcher Fälle gelangt nach kürzerer oder längerer Zeit zur Heilung. Es kann aber in manchen Fällen später der gequetschte Nerv während der Frakturheilung von Periostwucherung so eingeschlossen werden, daß die Lähmung immer mehr zunimmt, zum Schlusse eine bleibende wird. In diesen letzteren Fällen und bei den zuerst erwähnten schwersten Formen der gänzlichen queren Durchreißung des Nerven kommt die Funktion ohne Lösung des Nerven, Excision der Narbe, sekundäre Nervennaht nicht mehr zustande.

Interessant ist es dagegen wieder, daß durch Schüsse, besonders mit kleinem Kaliber (6—7,9 mm), der Nerv nur knopflochförmig durchbohrt wird. Die Funktion des Nerven stellte sich bei solchen im Burenkrieg von mir selbst beobachteten Fällen ganz oder ziemlich gut wieder her. In derartigen Fällen wird man nicht sofort operativ eingreifen, sondern erst in späteren Wochen, wenn die Lähmung stationär bleiben oder gar schlechter werden sollte, an eine vollkommene Durchtrennung des Nerven oder Narbenbildung in demselben, welche eine sekundäre Nervennaht erfordert, denken.

Die sekundär nicht zu spät unternommene Nervennaht gibt sogar nach Kramer mehr Aussicht auf Erfolg als die primäre.

Kramer zählt in Bruns, Beiträge zur klin. Chir. Bd. 28 S. 98, auf 42 Radialisnähte 4 Mißerfolge (93 Prozent Erfolge), auf 50 Medianusnähte 12 Mißerfolge, auf 32 Ulnarisnähte 8. Kennedy hat noch 12, Esmarch noch 16 Monate nach der Verletzung die Sekundärnaht mit Erfolg ausgeführt. Busch erzielte ebenfalls nach 16 Monaten noch völlige Herstellung.

Kramer fand aus den Zusammenstellungen verschiedener Autoren für die sekundäre Nervennaht nur 18,8 Proz., für die primäre, bei welcher Eiterung der ursprünglichen Verletzung den Erfolg gefährden kann, 20 Proz. Mißerfolge.

G. Riethus (S. 730 citato loco) dagegen erklärt:

„Nach den Erfahrungen, die über das Endresultat der primären und sekundären Nervennaht (Bank, Über Enderfolge der Nervennaht. Inaug.-Dissert. Kiel 1893) vorliegen, verdient die primäre Naht entschieden den Vorzug und auch für die Radialiszerreißung nach Humerusfrakturen dürfte sie als das Rationellste zu empfehlen und in Fällen, wo die Diagnose gesichert, auch anzuwenden sein. Auf diese Weise würde man der Entstehung eines Nervendefektes, der durch Retraktion der Nervenenden zustande kommen kann, sicher vorbeugen. Gerade dieser letztere Umstand erwies sich in zweien unserer Fälle als besonders störend für die direkte

Vereinigung der durchtrennten Nervenfasern und erforderte eine bis dahin noch nicht am Nerv. radial. geübte Art der Plastik.“

Trendelenburg nämlich resezierte ein etwa 5 cm langes Stück vom Humerus, vereinigte die angefrischten Nervenstümpfe, welche durch diese Knochenverkürzung einander nahe gebracht waren. Der Erfolg bei diesen beiden secundären Nähten und einer dritten von Trendelenburg ohne Knochenresektion ausgeführten war aber glänzend.

Die Berichte von Riethus selbst sprechen also doch wieder für die sekundäre Nervennaht: In dem einen Fall trat nach einem Jahr, im anderen nach zwei Jahren die Gebrauchsfähigkeit des Armes vollständig ein, in dem Falle von Nervennaht ohne Knochenresektion war die Gebrauchsfähigkeit sogar nach 9 Monaten eine vollkommene. Durch eine primäre Radialisnaht wird man wohl auch nicht mehr erreichen, namentlich wenn man nicht genau bestimmen kann, wie weit die Zerquetschung des Nerven reicht.

Was die vollkommene Nervendurchtrennung bei Humerusfrakturen anlangt, so ist sie nach den Literaturberichten recht selten: P. Bruns erwähnt unter 79 Fällen nur 3mal Zerreißung des Nerv. rad. (l. c. S. 464 nach Lannelongue, Bardenheuer, V. Bruns).

G. Riethus berichtet (nach Thiersch, Trendelenburg) über ebenso viele Durchreißungen, über 5 Fälle von Quetschung des Nerven mit vorübergehender Lähmung (nach denselben beiden Autoren).

Von Interposition des Nerven fand G. Riethus in den Krankengeschichten der Leipziger chir. Klinik keinen Fall. P. Bruns stellt aus der Literatur 8 Fälle zusammen (11 Fälle im ganzen bei Nerv. peroneus, medianus, brachialis und radialis überhaupt). Nur 2 von den 8 Fällen aber waren primäre Formen, welche gleich nach der Fraktur durch heftige Neuralgie und sofortige Lähmung in Erscheinung traten. Alle anderen gehörten zu den sekundären Lähmungen. —

ad II. Unbestritten bleibt es, daß es eine solche sehr spät eintretende Radialisstörung nach Humerusfraktur gibt. In den bekannt gewordenen Fällen entwickelte sie sich mit vollendeter Frakturheilung durch Calluswucherung oder ließ sich bei Pseudarthrosenbildung als heftige Neuralgie oder Lähmung durch Reiben des falsches Gelenkes sofort auslösen.

Ich werde auf diese Spätformen, wozu auch eine Lähmung durch Knochennekrose gehört, in der Literaturtabelle zurückkommen.

ad III. Es sind aber auch Radialislähmungen bei Fractura humeri

(sowohl durch direkte als indirekte Gewalt, wie Fall auf Ellenbogen, auf den ausgestreckten Arm mit Drehung des Körpers) beobachtet worden, in welchen gleich nach dem Knochenbruch keine Lähmung vorhanden oder zum wenigsten nicht deutlich war, eine solche aber einige Stunden oder Tage später konstatiert wurde. Hierher gehören die Formen des von mir nach dem anatomischen Befund angenommenen Übergangsstadiums von primärer zu sekundärer Lähmung: In derartigen Fällen kann es sich wohl zuweilen um eine später erfolgte Interposition des Nerven zwischen verschobene Knochenteile handeln. Doch kommt eine solche sekundäre Verlagerung selten vor. Auch da wird die Lähmung meist während des Heilverlaufs immer schlechter werden und stationär bleiben, so daß eingegriffen werden muß. Am häufigsten handelt es sich, wie weiter unten an Beispielen gezeigt wird, um eine schon gleich nach dem Bruch vorhandene, dann aber in der Folgezeit immer mehr zunehmende Überdehnung des Nerven über Knochenbruchenden, welche infolge Muskelzugs einseitig auseinanderweichen. Möglich ist auch die allmählich zunehmende Narbenfixation, Compression durch Callus, Abschürfen des Nerven an Knochenkanten, beweglichen Knochensplintern, obwohl ich diese wie die erste Möglichkeit ebenfalls für sehr selten halte. —

Die meisten Autoren vertreten die auch sonst allgemein giltige Ansicht, daß bei später nach oder während der Heilung beobachteten Humerusfrakturen mit Radialislähmung es sich meist um eine Calluswucherung um den Nerven handle; auch der Operationsbefund scheint in vielen derartig spät beobachteten Fällen im ersten Anblick dafür zu sprechen.

König (1881. Lehrbuch Bd. 3) erwähnt die Fälle von Busch, Ollier mit den Worten: Eine gewisse Berühmtheit hat durch Nervenverletzung in der letzten Zeit der Nerv. rad. bekommen, welcher bei Frakturen im unteren Drittel, da wo er außen am Knochen verläuft, bald in einer Pseudarthrose, bald im Callus eingebettet gefunden wurde; Lähmungen waren die Folge. In mehreren Fällen konnte diese durch Bloßlegung des Nerven am oberen Rande des Supinator longus und Befreiung desselben aus Bindegewebsschwarten und Callus geheilt werden (Busch).

Auch Hueter (1884. Grundriß d. Chirurg. II. Bd. 4. Abt.) erwähnt die Fälle von gewöhnlichen Humerusfrakturen nach W. Busch, Ollier, welche mit Schmerzen im Gebiete des Daumens, Zeige-, Mittelfingers beginnend in Lähmungen übergingen.

„Der Nervus radialis war durch Callus umwachsen und comprimiert.

Ollier hat in einem solchen Falle den Callus mit dem Meißel abgetragen und hierdurch die Funktionen des befreiten Nerven wieder hergestellt.“

Albert (Lehrbuch d. Chir. II. Bd. 1890) bespricht nur die bei Schiefbrüchen stärkere *Dislocatio ad latus et longitudinem*.

Leser (Spez. Chirurg. 1890) führt aus, daß die Humerusfrakturen in der Diaphyse Querbrüche, beziehungsweise mehr oder weniger Schrägbrüche sind.

„Die Verwundung des Nerv. radialis kommt namentlich im unteren Drittel, meist bei direkten Frakturen, im Moment der Entstehung des Knochenbruches vor; doch auch noch nachträglich, indem z. B. durch Dislokation eines spitzigen Fragments der Nerv verletzt oder durch Callusmassen, auf denen der Nerv erhoben lagert, in seiner Funktion gestört wird. Czerny hat einen derartigen sehr instruktiven Fall beschrieben; bei einer Humerusfraktur kam es erst nach längerer Zeit dadurch zur Lähmung des Nerv. rad., daß sich der Nerv auf einem vorspringenden Fragmente allmählich durchscheuerte.“

H. Tillmanns (Lehrbuch d. spez. Chirurg. 1891) zählt außer den Fällen von W. Busch, Ollier auch diejenigen von Bardeleben, Bardenheuer auf und betont, daß die Humerusfrakturen der Diaphyse meist schräg verlaufen, daß durch spitze Fragmente bei Splitterbrüchen die Nerven leicht verletzt werden. Der Nerv. rad. kann auch nach der Heilung der Fraktur infolge von Compression durch Calluswucherungen, welche ihn vollständig einschließen, gelähmt werden.

In Bergmann-Bruns, Handbuch der prakt. Chir. Bd. IV. 1903 wenden Hofmeister und Schreiber dieser folgenschweren „relativ häufigen“ Komplikation der Humerusfraktur auf Grund einer Reihe wertvoller Arbeiten, welche in den letzten Jahren erschienen sind, ihre besondere Aufmerksamkeit zu; v. Bruns konstatiert auf 189 Nervenverletzungen bei Frakturen 138 solche der oberen Extremitäten, darunter 77mal Verletzung des Radialis (8,4 Proz.). Riethus (Verletzungen des N. rad. bei Humerusfraktur. Bruns' Beitr. z. klin. Chir. Bd. 27) fand sie nach Beobachtungen in der Leipziger Klinik in 4,1 Proz., und zwar am häufigsten bei Frakturen des mittleren Drittels (in 69,2 Proz.); nach der Statistik von Bruns betrafen 52,1 Proz. der Fälle das mittlere, 38,2 Proz. das untere Drittel des Humerus, am häufigsten bei direkten Schädigungen (Auffallen kantiger Gegenstände, Überfahren), dann bei Torsionsfrakturen, besonders mit starker Verschiebung der Fragmente. Schreiber fand narbige Fixation des Nerven gegen einen Callusvorsprung unter 4 eigenen Fällen 3mal.

Hofmeister (l. c.) greift auf den schon oben erwähnten Fall

von Busch (Strangulation des Radialis durch Narbengewebe, welches ihn fest an den Knochen preßt) zurück, bildet den Fall Olliers ab: In diesem war, wie es öfter vorkommen soll, der Nerv in einen Tunnel von Callus eingewachsen, stellenweise verdünnt und wiederum verdickt. In anderen Fällen war er innerhalb des Callus bajonettartig geknickt (Busch, Tillaux) oder im knöchernen, fibrösen Kanal von zahlreichen Knochennadeln angespießt (Delens). Auch der Fall Czernys, in welchem es sich um eine Abschürfung (Usur) des Nerven an einem scharfen Fragment durch die Bewegungen gehandelt hat, wird erwähnt. Nach Hofmeister verlaufen die vollständigen Frakturen der Humerusdiaphyse vorzugsweise schräg, am häufigsten schräg von oben nach unten vorne und unten innen. Auch kommen Bieungsbrüche mit Ausbrechen eines Keils und Spiralbrüche durch Torsion vor, ganz abgesehen von den mehrfachen Splitterbrüchen durch direkte Gewalteinwirkung. Es ist klar, daß durch solche schräge und spitze Fragmente die umgebenden Weichteile bei Dislokation leicht verletzt werden können. Bei der Frakturdislokation macht sich nach Hofmeister der Muskelzug insofern geltend, als bei Frakturen oberhalb des Deltoideus-Ansatzes in der Regel das obere Fragment durch die Mm. pectoralis maj., teres maj. und latiss. dorsi nach innen, das untere durch den M. deltoideus nach außen gezogen wird. Hofmeister veranschaulicht diese Stellung (l. c. S. 128) durch ein treffliches Skiagramm aus der v. Brunschen Klinik. Bei Frakturen unterhalb des Deltoideusansatzes wird das obere Fragment durch den Deltoideus nach oben und außen, das untere durch die elastische Retraktion des Triceps nach hinten und oben verschoben. Auf diese Art der Dislokation im mittleren Drittel hat übrigens schon Hueter aufmerksam gemacht, und König erklärt, daß die Fragmente einen offenen Winkel miteinander bilden; häufiger ist die Öffnung des Winkels nach innen. —

Ich habe nun eine Reihe von Operationen bei Radialislähmung nach geheilten oder in der Heilung begriffenen Humerusfrakturen gemacht, in der Meinung, und Absicht den Nerven aus dem Callus zu befreien, bin aber zu einem ganz anderen Befund gekommen. Zwei prägnante Fälle derselben mögen kurz erwähnt sein:

Der Dienstknecht W. St., 28 Jahre alt, wurde am 12. September 1901 von einem Pferde zu Boden geworfen, fiel auf den r. Arm, so daß der Oberarmknochen in der Mitte brach. Die Fraktur wurde am gleichen Abend noch eingerichtet und geschient. Am nächsten Tag erfolgte noch dazu die Konstatierung einer beginnenden motorischen Lähmung des gebrochenen Armes im Radialisgebiet, während die Sensibilität erhalten blieb.

Der Bruch heilte mit einiger Deformität fest, die Lähmung aber nahm mit nachfolgender bedeutender Atrophie der entsprechenden Muskeln zu. Das Unfallgutachten des behandelnden Arztes nahm Callusdruck auf den Nervus radialis an. Tatsächlich war am 1. März 1902 noch eine starke Verdickung des Oberarms in der Mitte zu finden mit bedeutender Prominenz des unteren Fragments an der Außenseite, weil die beiden Bruchenden mit ziemlicher Verkürzung und seitlicher Verschiebung verheilt waren. Die motorische Radialislähmung mit consecutiver Muskelatrophie war eine vollkommene.

Diese Knochenverschiebung imponierte als starker Callus.

Am 8. März 1902, also 6 Monate nach der Verletzung, wurde in Äthernarkose durch äußeren Längsschnitt unter Blutleere mit Verschiebung des Triceps nach hinten und außen der Nervus radialis im Sulcus bicipitalis externus da bloßgelegt, wo er unter dem Triceps oberhalb des Condylus externus humeri wieder zum Vorschein kommt. Von hier ab wurde er aufwärts bis zur Bruchstelle verfolgt, alsdann der Triceps nach hinten gezogen und der Nerv unter dem Muskel hindurch nach hinten und aufwärts freigelegt bei sorgfältiger Schonung der hier abzweigenden Fasern, welche weiter oben mehr oberflächlich teils in den Triceps eindrangen, teils denselben ebenfalls nach unten hin durchquerten.

Es ergab sich hierbei folgender Befund: Der unterhalb der Frakturstelle gelegene Abschnitt des Nerven wird nach oben dünner, rotbraun gefärbt, geht in der Längsrichtung geradenwegs über den lateralwärts stark vorragenden Knochenspitze des unteren Fragments hinweg und verliert sich bei sorgfältigster Präparation entsprechend der Längsrichtung in dem straffen Bindegewebe, welches die Nische zwischen den beiden Frakturen an der Außenseite erfüllt. Dieser immer dünner werdende Strang des Nerven ist

auf dem Rücken des Knochenspitzes innig mit dem Periost verwachsen. Eben in jene Knochennische führt auch das verdünnte rotbraune Ende des oberhalb der Frakturstelle liegenden Nervenabschnittes. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem oberen und unteren Nervenabschnitt ist in

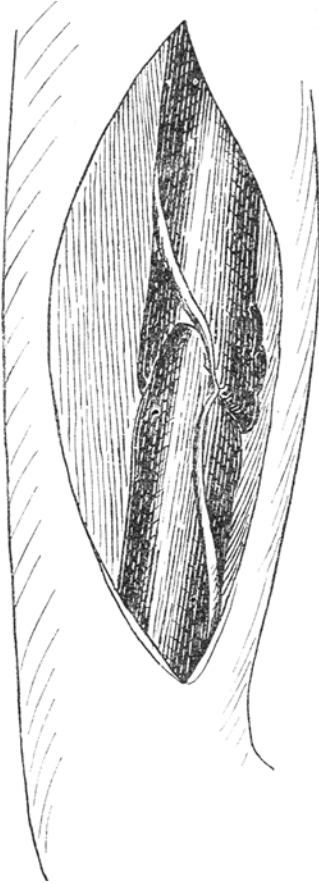


Fig. 3.

Typischer Verlauf des überdehnten Radialnerven über das untere Fragment bei Dislokation dieses Fragmentes nach aussen und oben. (Schießbruch im unteren Drittel, Fall W. St.) Rechter Oberarm, Ansicht von vorne außen.

dem allenthalben längsgefaserten Bindegewebe schwer zu erkennen, jedenfalls sieht dieser dünne Verbindungsstrang nicht mehr nervenähnlich aus. Nirgends kann eine Calluswucherung gefunden werden, in welche der Nerv eingebettet gewesen wäre.

Daran allerdings war zu denken, daß der Nerv durch die Dislokation zwischen die Knochenenden geraten und dort abgequetscht worden wäre. Dies wurde auch fürs erste von mir angenommen, obwohl der gerade Verlauf des unteren Nervenabschnittes über den Knochenspitz, die gleichmäßige rotbraune Verschmälерung der beiden Abschnitte schon einige Centimeter oberhalb und unterhalb der angenommenen Einklemmungsstelle, das Fehlen jeder Andeutung von Schlingenbildung des Nerven in der Frakturrisse abging; dazu kam noch die Unmöglichkeit, den verdünnten Teil des Nerven sicher in den Knochenspalt hinein zu verfolgen. — Es ist auch nicht gut denkbar, wie der Nerv zwischen die Bruchenden einer einfachen schiefen Fraktur, die wieder vollkommen fest geworden ist, gelangen kann, außer bei ausgedehnter Zersplitterung oder bei weitem Auseinanderweichen der Bruchenden. Aber auch dann wird der Nerv sich am häufigsten außen an und über die Knochenstücke legen, weil er von denselben abgedrängt wird. Die Literaturangaben sprechen auch für die große Seltenheit dieses Vorkommnisses bei gleichzeitiger (sekundärer Interposition) Pseudarthrose (Nélaton, Ollicr: 3 Fälle), noch seltener bei knöcherner Verheilung (Ogston: 1 Fall).

Vor allem wäre doch anzunehmen gewesen, daß der Nerv bei Interposition zwischen die Bruchenden bis dicht an die Verletzungsstelle heran dick, vielleicht sogar kolbig angeschwollen, zu verfolgen gewesen wäre. —

Der Knochenspitz wurde abgetragen. Die beiden Nervenenden wurden angefrischt, gelockert, durch Dehnung verlängert und mit gelbem Catgut in den allerdings nicht sehr reich an Nervenfasern erscheinenden Querschnitten vereint.

Die Wunde heilte nach vollkommener Hautnaht glatt.

Der weitere Verlauf des von vornherein wegen der ausgedehnten Degeneration sehr wenig Erfolg versprechenden Falles zeigte, daß nach einem Jahr wenigstens die Möglichkeit der Supination und etwas Extensionsfähigkeit im Handgelenk wiedergekehrt war. Die Sensibilität war wie vor der Operation intakt. Hätte es sich im vorliegenden Fall um eine einfache Quetschung des Nerven, Interposition gehandelt, so hätte die sekundäre Nervennaht nach den Erfahrungen aus der Literatur fast mit Sicherheit vollen Erfolg bringen müssen. So handelte es sich aber um eine chronische Überdehnung mit weitgehender Zerstörung des Nerven auf eine lange Strecke. Es ist dies auch ein Fingerzeig, die Nervenüberdehnung nicht allzulange (höchstens einige Wochen) bestehen zu lassen, da sich später das überdehnte Stück nicht mehr regeneriert. In diesem Fall war also bei der Operation nichts von einer Calluswucherung um den Nerven zu finden, keine Interposition zwischen die Bruchenden anzunehmen. Die nach der Statistik von Bruns sehr seltene vollkommene Abreissung oder Durchquetschung des Nerven war deshalb nicht wahrscheinlich, weil der Nerv auf eine lange Strecke hin verdünnt war, bis zur Frakturstelle verfolgt werden konnte, nur nicht aus dem Bindegewebe dortselbst deutlich zu isolieren war.



Ein zweiter, ganz ähnlicher Fall, welcher mich eigentlich erst auf die richtige Deutung auch des ersten Falles brachte, war folgender: J. F., 27-jähriger, kräftiger Buchhalter, glitt am 29. November 1903 in frisch gefallenem Schnee auf ebener Straße aus, so daß er mit Wucht unter Drehung niederfiel; sein r. Arm kam im Fallen nach hinten und außen teilweise unter den eigenen Körper zu liegen; ohne bedeutende Schmerzen zu verspüren, konnte er den r. Arm nicht mehr erheben. Nach Verlauf von mehreren Stunden erst war auch in der rechten Hand und im rechten Daumen die Streckfähigkeit verloren gegangen. Als ich am nächsten Tage den Kranken sah, handelte es sich um einen Bruch des r. Oberarmknochen unterhalb der Mitte mit motorischer Radialislähmung; dabei war die Sensibilität der Hand nicht aufgehoben, aber derart verändert, daß Patient in der Rückfläche des r. Daumens, Zeigefingers, an der radialen Seite des r. Mittelfingers (mit Ausnahme der äußersten Fingerspitzen) ein etwas dumpfes, pelziges Gefühl mit stechender Schmerzempfindung auch bei leisester Berührung hatte. Die Röntgenphotographie ergab eine Verschiebung des distalen Fragmentes am proximalen um ein Drittel seines Querschnittes nach außen, aber sonst vollkommene Berührung der Bruchflächen mit kaum merklicher Dislokation. Die Bruchlinie verlief schief von innen unten und vorn nach oben außen und hinten.

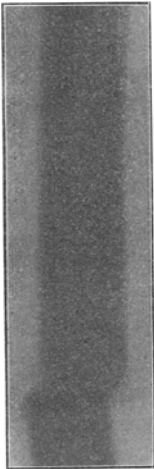


Fig. 4.

Rechter Oberarm,  
Bruch unterhalb der  
Mitte. (Fall J. F.)

Es wurden öfters gewechselte Schienenverbände angewendet, um durch Einreibung, Elektrisierung eine Atrophie der Muskeln bis zur Erholung des Nerven möglichst zu verhüten. Doch besserte sich der Zustand keineswegs, die Lähmung wurde immer deutlicher. Da an Zerreißen oder Einklemmung des Nerven gedacht werden mußte, die Consolidation der Fragmente in den nächsten Wochen bereits deutlich wurde, da ferner die sekundäre Nerven-naht ja nur, wenn früh unternommen, fast sicheren Erfolg versprach, so wurde die Operation vorgeschlagen.

Diese ergab, am 21. Dezember 1903, also 3 Wochen nach der Verletzung in der gleichen Weise wie oben ausgeführt, folgenden Befund: Rotbraune Verfärbung und sehr starke Verdünnung des Nerven auf 10 cm Länge; derselbe war in einem rotbraunen, sulzigen, sehr gefäßreichen Gewebe eingebettet, auf das stärkste wie eine Bogensehne über den nach außen prominenten Spitz des unteren Knochenfragments herabgespannt; der Teil des Nerven, welche auf der hervorragendsten Stelle der Compacta ritt, war am dünnsten, platt und glatt, von da ab nahm der Nerv nach oben und unten an Rundung allmählich zu, erhielt auch in einiger Entfernung wieder seine gelbweiße Farbe. Eine Verletzung, teilweise Durchtrennung, Auffaserung, Abschürfung des Nerven konnten nirgends gefunden werden. Sein Neurilemma war äußerlich vollkommen intakt. Die Frakturstelle ließ sich mit einiger Anstrengung auseinanderbiegen, zeigte aber an ihren Rändern, welche in einer Spirale gedreht waren (die seltene Torsionsfraktur des Humerus infolge Abdrehung durch die Körper-

last) schon deutliche Knochenneubildungen; diese brachen unter Knistern auseinander. Eine spiralförmige Lamelle der Compakta fand sich hierbei fast ganz losgetrennt am Bruchrand vor. Von einer Calluswucherung um den Nerven, Einklemmung desselben zwischen die bereits unverschieblich consolidierten Fragmente, Anspießen durch ein Frakturende oder einen freien Knochensplitter war keine Rede. Die weiter oben abgehenden Äste waren keineswegs so stark gespannt wie der Hauptstamm.

Der ganze Befund erinnerte mich sofort an die frühere Operation, gab ganz das gleiche Bild der Nervenspannung über den äußeren Rand des unteren Fragmentes, ganz die gleiche rotbraune Verdünnung desselben, nur diesmal in frischer Form. Es wurde mir sofort klar, daß in beiden Fällen auf die gleiche Weise die Nervenlähmung eingetreten sein mußte: Sei es, daß es sich um die gewöhnliche Form des Schiefbruches durch Biegung oder um eine Torsionsfraktur (wie im zweiten Fall) gehandelt hat, die schiefe Bruchform und der Zug der von der Schulter aus am Arm angreifenden Muskeln, welche ihre Ansatzpunkte einander ständig zu nähern trachten, begünstigten das seitliche Ausweichen der Fragmente. Der M. pectoralis und latissimus zogen das obere Fragment nach innen, der Triceps das untere Fragment nach hinten oben und außen, und zwar mit einem nach außen hinten konvexen Winkel, so daß der Bruchrand des unteren Fragmentes hinten außen deutlich zu fühlen, die größere Muskelmasse des Oberarmes aber vorn und innen gelagert war.

An jener hintern, äußeren Stelle aber kam gerade der tiefe Hauptstamm des Nerv. rad. am meisten in Gefahr und wurde über den dort ausgebogenen Scheitel des Frakturwinkels stark ausgezogen, gedehnt.

Nach einigen Wochen schon machte sich diese kontinuierliche Dehnung als eine auf weite Strecke deutliche Verdünnung desselben mit rotbrauner Degeneration kenntlich, die Störung der Leitung war damit vollkommen begründet. Hätte dieser Zustand unter ähnlichen Frakturverhältnissen, wie sie der erste Fall gezeigt hat, auch im zweiten Fall monatelang angedauert, dann hätten wir auch hier das Bild des ersten erhalten: ein schnurdünn, auf große Ausdehnung irreparabel atrophischer Nerv, der über den Frakturscheitel hinweg gespannt, wie an narbiges Periost angewachsen erscheint, so daß er wenig mehr von anderem Bindegewebe sich unterscheidet.

Von diesem Gedankengang bei der Vollendung der Operation geleitet, isolierte ich vorsichtig den ganzen Nerven samt umliegendem Bindegewebe aus seiner gespannten Lage (Neurolyse nach Kramer, Band 28 und Neugebauer, Band 15 in Bruns Klin. Beiträge), entfernte mittelst Drahtsäge den prominenten Knochenspitze des unteren Fragmentes, unterbettete den freiliegenden Nerven mit Muskelgewebe, indem ich den vorderen Rand des Musc. triceps unter dem Nerven hinwegzog und mit dem äußeren Rand des Musc. brachialis internus fest vernähte.<sup>1)</sup> Die Hautnaht wurde wie im ersten Fall sehr sorgfältig ausgeführt mit Sublimatalkohol-Seide, welche

---

1) Ich fand dieses Hilfsmittel bei nachträglichem Studium der Literatur schon vor mir erdacht und an der Czernyschen Klinik in ähnlicher Weise ausgeführt. Kramer berichtet 1900 (loc. citat.) darüber folgendermaßen: Der Nerv wurde so weit aus seinen Adhäsionen ausgelöst, daß man die Schnittfläche

vor dem Gebrauch noch einmal in Jodoformäther gelegt war. (Durch diese Jodoformimprägnierung vermeide ich in allen Fällen fast jede Sekretion der Stichkanäle auch ohne Gebrauch von Gummihandschuhen bei den Operationen). Nach Schluß der Hautwunde wurde noch durch Polsterung und Drahtschiene darauf Rücksicht genommen, der Frakturstelle eine etwas nach innen convexe Winkelstellung zu geben.

Nach vollkommen aseptischer Wundheilung war der weitere Verlauf folgender: Am 3. Januar 1904 kam der ganze Arm über die Schulter hinweg bis herab zum Handgelenk bei halber Pronation und rechtwinkliger Beugung des Ellenbogengelenkes in Gipsverband; das obere und untere Humerusfragment dicht oberhalb und unterhalb der Bruchstelle wurden während der Verbandanlage mittelst Bindenzügeln<sup>1)</sup> stark nach einwärts gehalten, um jede Konvexität der Bruchenden an der Außenseite gegen den gefährdeten Radialis hin aufzuheben.

Infolge dessen zeigte sich auch bei der Verbandserneuerung am 18. Jan. sogar ein etwas einspringender Winkel der Frakturstelle an der Außenseite des Oberarms.

Das dumpfe pelzige Gefühl im Radialisgebiet der Hand war um diese Zeit sogar einer deutlichen Hyperästhesie gewichen, Extensionsfähigkeit des Zeigefingers, Abduktionsfähigkeit des Daumens waren erkennbar, wenn auch sehr geringgradig vorhanden. Um den 15. Februar hatte sich die Streckfähigkeit aller Finger ebenfalls wieder etwas eingestellt, die Ab-

des Triceps mit 2 versenkten Catgutnähten vereinigen konnte. Dadurch wurde der Nerv mit Muskeln unterbrückt und vom Knochen abgehalten. — Aber auch schon Woelfler (1893 und 1894, nach den Berichten Neugebauers, loc. cit.) hat ähnliche erfolgreiche Versuche gemacht den Nerv. rad. durch Einhüllen in Jodoformgaze- oder Silkstreifen, durch röhrenförmige Hautlappen vor der Knochen- und Narbenverwachsung zu schützen. Ferner hefteten Thiersch (1880 und 1894) Trendelenburg (1897) den vom Knochen befreiten Nerven an die Weichteile durch Catgutschlingen oder unterfütterten denselben mit Muskulatur und Periostteilen (nach den Berichten von Riethus loc. cit.) Ollier (Bullet. de l'acad. de méd. 28 août 1865. Traité des resections 1888. Tome II, p. 169) entfernte 1863 nach der rinnenförmigen Ausmeißelung des Nerven aus dem Knochen das Periost in der Umgebung, um eine Reproduktion des Callus an der gefährdeten Stelle zu vermeiden. Auch diese Methoden waren alle von Erfolg begleitet. Ogston (Brit. med. Journ. Apr. 21. 1877, p. 195) heftete den aus dem Humerus ausgemeißelten, sehr verdünnten Nerven an den Triceps an; doch war der Erfolg zweifelhaft. Auch Trélat (siehe im Literaturverzeichnis am Schlusse) hat die Muskelunterpolsterung mit Erfolg angewendet.

1) Diese Verbandsweise, den Bindenzügeln der Bardenheuerschen Extensionsverbände nachgeahmt, wurde zur Adaption und Retention von Frakturen warm empfohlen durch Ferd. Bähr (Centralbl. f. Chir. 1901, Nr. 12); aber schon Wölfler adaptierte 1893 bei einem Schrägbruch der unteren Humerusepi- und -diaphyse das abgesprengte Fragment während der Gipsverbandanlage mittelst Bindenzügel (Neugebauer cit. loc.). Eine gleichzeitig bestehende motorische Radialislähmung wurde allerdings dadurch nicht gebessert, mußte zweieinhalb Monate nach der Verletzung durch Neurolysis behoben werden.

duktionsbewegung war im Handgelenk sogar schon gut, die Sensibilität normal.

Nentwig, der die Liebenswürdigkeit hatte, das Verhalten des Nerv. radialis bei dem Kranken mehrfach zu prüfen, die Tätigkeit der gelähmten Muskeln durch Faradisation und Galvanisation fortgesetzt anzuregen, konstatierte, daß gleich nach dem Bruch die EaR (Entartungsreaktion) des Nerven eine vollkommene war; daß aber am 2. März 1904 von einer vollkommenen Entartungsreaktion nichts mehr konstatiert werden konnte. Die noch mangelhafte Reaktion mußte wohl zum großen Teil auf die noch bestehende Entzündung und Muskelschwellung zurückgeführt werden. Aus diesem Grunde war die Muskelreaktion auch im Ulnarisgebiet herabgesetzt. Die Sensibilität im Bereich des Radialis war normal: Tastkreise, Schmerzleitung, Druck- und Temperatursinn waren in Ordnung. Grobe Kraft war nur im Daumen und Zeigefinger mässig vorhanden; Beugung und Streckung der Finger noch unvollkommen; faradische und galvanische Erregbarkeit der Streckmuskeln noch wesentlich herabgesetzt, bei den Supinatoren ganz aufgehoben. Die galvanische E. (Erregbarkeit) zeigte aber keine derartige Störungen mehr, daß von einer vollständigen Entartungsreaktion oder Mittelform gesprochen werden konnte.

Von da ab wurde an der Außenseite des Arms eine Drahtgipsschiene angelegt, täglich behufs Bäder, Massage, Elektrisierung gewechselt.

Am 2. März wurde, da eine hinreichende Consolidation der Fraktur angenommen werden konnte, in Chloroformäthernarkose forcierte Beugung und Streckung des durch die lange Ruhigstellung ziemlich versteiften Ellenbogen- und Handgelenkes vorgenommen; sie gelang bis zur vollkommenen Beugung und Streckung. Während der passiven Beugungen wurde die Frakturstelle sorgfältig fixiert. Diese ließ wenig Calluswucherung, immer noch einen an der Außenseite etwas einspringenden Winkel erkennen, in keiner Weise aber Lockerung oder Neigung zum Auseinanderweichen.

Ich war mir damals und schon vorher voll bewußt, daß Frakturen nach der Methode Bardenheuers\*) zur Vermeidung von entzündlichen und ankylosierenden Erscheinungen in den Nachbargelenken am besten durch Zugverbände behandelt werden, aber in dem vorliegenden Falle erschien mir die durch eine lange Operationswunde komplizierte Nervenverletzung doch mehr Ruhe in Schienen und Gipsverbänden zu finden.

In den folgenden Tagen zeigte sich sehr starke ödematöse Schwellung des Ellenbogen- und Handgelenks (traumatische Arthritis), des ganzen Unterarms im Anschluß an obiges Brisement forcé.

Am 10. März nun ereignete sich bei derartigen wiederholten forcierten passiven Beugebewegungen im Ellenbogengelenk der Zwischenfall, daß (möglicherweise infolge aktiver Muskelanspannung der diesmal nicht narkotisierter Patienten) die Knochen in der Frakturstelle unter Knistern etwas nachgaben.

Diese Lockerung des Callus wurde benützt, um die Oberarmachse wieder vollkommen gerade zu richten, alsdann kam für 8 Tage der Arm

---

1) Vergl. Wolff, Centralbl. f. Chir. 1900, Nr. 50; ferner Bardenheuer, Über Behandlung der Frakturen mittelst Extension. Zeitschr. f. orthopäd. Chirurgie v. Hoffa. 1903. Bd. XII, S. 107.

wieder in Schienen. Die von jetzt ab täglich 2mal  $\frac{1}{2}$ —1 Stunde hoch oben am Oberarm angewendete Bier'sche Stauung brachte die entzündlichen Exsudate vollkommen zum Schwinden. Das Endresultat war innerhalb der nächsten Wochen vollständige Wiederherstellung. Am 31. März konnte der Patient mit der rechten Hand bereits 4 Kilogramm, einen Stuhl an der Lehne vom Boden aufheben, mit Bleistift ordentlich schreiben. Am 15. April nahm er seinen Beruf als Buchhalter wieder auf, 4 Monate nach der Verletzung, 3 Monate nach der Nervenlösung. Am 13. Juli war der Befund folgender: Leistungsfähigkeit des r. Arms wie vor der Verletzung; eine Verkürzung, Abknickung in der Längsachse des Humerus nicht nachweisbar, wenig Calluswucherung, keine Druckempfindlichkeit der Narbe, vollkommen freie Bewegungen bis auf eine geringe Beschränkung der Extension im Ellenbogengelenk; auch die feinsten Fingerbewegungen waren aktiv möglich. Eine eigentümliche Überempfindlichkeit der Daumen- und Zeigefingerrückenfläche ist in der Weise auch heute zu bemerken, daß bei leichtem Aufwärtsstreichen (nicht aber beim Abwärtsstreichen in der Richtung zum Nagelglied) heftiges Brennen empfunden wird. (Diese Parästhesie besteht auch im Dezember 1904 noch.)

Umfang des Oberarms in der Mitte rechts 26, links 25,5 cm.

Größter Umfang des Unterarms im oberen Drittel rechts 26, links 26,5 cm.

Der Verletzte kann 3 Stunden lang ohne Ermüdung, ohne Schmerzempfindung rudern.

Drei weitere Fälle von Oberarmbrüchen in der Mitte oder an der Grenze des mittleren und unteren Drittels, bei welchen wenige Tage nach der Verletzung Radialislähmung unter ähnlichen Erscheinungen auftrat, wurden teils wegen vorgeschrittenen Alters, teils wegen durchaus ablehnenden Verhaltens der Verletzten nicht operiert. Die Lähmungen bestehen heute noch. Die Sensibilität ist und blieb erhalten.

Ein Beispiel für die Verletzung im oberen Drittel des Oberarms ist folgender Fall:

60 Jahre alte Lehrerswitwe fiel am 23. Juni 1904 seitlich mit dem ganzen Körpergewicht über eine Türschwelle und schlug hierbei mit dem linken Oberarm auf einen eisernen Stiefelzieher auf. Der linke Oberarm brach dadurch im oberen Drittel, so daß das obere Fragment etwas nach vorn und außen, das untere nach oben und hinten dislociert war. Gleich nach dem Unfall bestand keine Radialislähmung, doch bedeutende Hyperästhesie des Handrückens. Für drei Wochen wurde Zugverband mit 10—20 Pfund nach unten und außen angewendet. Der Unterarm schmerzte namentlich nächtlicherweise sehr, zeigte starke Schwellung der Haut an der radialen Seite (trophische Störung), am Handrücken entwickelte sich die von G. Riethus abgebildete anästhetische Zone in Form eines länglichen Dreiecks oberhalb des Metacarpus I und II mit Parästhesien in der Umgebung. Daumen, Finger, Handgelenk standen nach drei Wochen in der für Radialislähmung charakteristischen Stellung.

Trotz anfänglichen Zugverbandes und eines mit Bindenzügeln für weitere zwei Wochen angelegten Gipsverbandes blieben die Fragmente etwas dislociert. Die Fragmente consolidierten ohne bedeutende Callusbildung rasch, dagegen blieben die nervösen Störungen lange bestehen. Ein operativer Eingriff wurde verweigert.

Am 31. Dezember 1904 war der Befund folgender: Streckfähigkeit der Finger etwas gebessert, dagegen Abduktion des Daumens, Dorsalflexion der Hand, Supinationsbewegung mangelhaft, doch nicht ganz aufgehoben, Sensibilität normal, trophische Störungen fast verschwunden.

Die geschilderten Daten gaben Veranlassung, das eingangs erwähnte literarische Material in bezug auf die verschiedenen Anschauungen über Entstehung der Radialislähmung bei Humerusfraktur zu sichten.

Meistens fand ich, wie bereits hervorgehoben wurde, als Ursache der primären Radialislähmung Zerreißung, schwere Quetschung, Einklemmung des Nerven zwischen die Frakturende, als Grund der sekundären Lähmung Einwachsen mitten in Callusmassen, spätere Einklemmung in Pseudarthrosen angegeben.

An zweiter Stelle sind einige Male der geknickte Verlauf in Narbenmassen (Czerny, Bruns), narbige Anheftung an Bindegewebsstränge, außen an den Callus (Busch, Neugebauer) als Grund der Lähmung angeführt. Leser und auch vor ihm P. Bruns erwähnen, daß der Nerv auf Callusmassen erhoben gelagert und dadurch in seiner Funktion gestört werden könne, deuten also damit die Möglichkeit einer Veränderung des Nerven durch Verlagerung während oder nach der Frakturheilung an.

Durch Lesers Mitteilung gerade wurde ich auf den merkwürdigen Fall Czernys der sekundären Nervendurchscheuerung während der Frakturheilung aufmerksam. Deshalb wandte ich mich schriftlich an Czerny wegen dieses interessanten Befundes. In der lebenswürdigsten Weise erhielt ich von ihm sofort die Erklärung des Falles unter Beilage der oben schon erwähnten Originalmitteilung:

Am 14. Oktober brach der 6 jährige Knabe den Oberarm, am 1. November wurde der Gipsverband entfernt und, da nach Verschwinden der starken Schwellung innerhalb dreier Wochen die Fraktur, wie es bei Kindern häufig ist, bereits consolidiert war, bald erlaubt leichte Bewegungen mit dem Arm zu machen. Am 17. November erst war die Radialislähmung trotz fortgesetzter Beobachtungen bemerkt worden. Etwas Dislokation und ziemlich bedeutende Calluswucherung war an der geheilten Frakturstelle zu fühlen. Bei der Operation fand sich eine ganz scharfe Knochenkante, welche durch das nach innen dislocierte obere Bruchstück gebildet wurde und über welche der Nerv, im scharfen Winkel geknickt, hinweg lief. Czerny hat dies Knochenstück später reseziert und dem Chirurgen-

Congres 1878 mit folgenden Worten demonstriert: „Es wird Ihnen erklärlich sein, daß eine solche scharfe Kante für den Nervus radialis unter Umständen lebensgefährlich werden kann. Es war nämlich der Nerv an dieser Stelle vollkommen verdünnt, er war förmlich durchgeschürft, war graurot verfärbt und in voller Degeneration begriffen. Da eine Einklemmung absolut nicht da war, kann ich mir bloß denken, daß durch die Bewegungsversuche der Nerv sich erst sekundär an dieser scharfen Kante abgewetzt hat und dadurch die Lähmung entstanden ist. Sie werden vielleicht einwenden, es müßte sehr schmerzhaft sein, wenn der Nerv durch Armbewegen so abgenützt würde. Allein einmal möchte ich darauf aufmerksam machen, daß es sich um einen motorischen Nervenast handelte, und dann wissen wir ja, was wir unter antiseptischer, in diesem Falle subcutaner Behandlung den Nerven zumuten können, ohne daß sie besondere Schmerzen machen. Der Fall ist deshalb von Bedeutung, weil er eine, wie ich glaube, von uns noch nicht beobachtete Form von sekundärer Radialislähmung nach Humerusfraktur darstellt“. (Nach meiner Meinung ist es eine Übergangsform.)

Czerny fügte mir noch brieflich bei, daß die Funktion nach der Neurolyse sich wesentlich gebessert hat.

Es ist nicht zu verkennen, daß dieser Fall mit den meinigen, was den anatomischen Befund anlangt, große Ähnlichkeit hat. Das obere Bruchstück ist nach innen dislociert, das untere also wie in den meinigen nach außen. Über die Kanten der dislocierten Frakturstelle lief der Nerv hinweg. Er war hier ebenso graurot, verdünnt. Aber ich kann der Erklärung Czernys nicht beipflichten, daß an der in drei Wochen schon consolidierten Fraktur durch Armbewegungen der Nerv abgewetzt worden sei; denn einerseits war die Fraktur ja an und für sich schon fest, andererseits ist es nicht gut möglich, daß ein in Bindegewebe, noch dazu im Narbengewebe eingebetteter Nerv an einer Knochenkante sich durch Muskelzug, Gewebszerrung so hin- und herbewegt, daß er wund wird.

Die ganze Sachlage spricht meines Erachtens auch in diesem Falle für eine allmählich zunehmende Atrophie des über dislocierte Frakturen gedehnten Nerven. Es liegt also in dieser Dehnung und Veränderung der Achsencylinder, je nachdem der Vorgang rascher oder langsamer abläuft, sowohl der Grund zur primären wie sekundären Lähmung. Letztere ist im eben besprochenen Falle von Czerny und Braun sicher beobachtet worden.

Daß ich die meisten früheren Literaturfälle, bei welchen Calluswucherung (Ollier), Knochennadel in einem knöchernen Tunnel (Delens), narbige Fixation am Callus (Schreiber) u. s. w. als Grund der Lähmung beobachtet sind, im Grunde und Beginn als Nervenüberdehnung über dislocierte Bruchkanten und daraus re-

sultierende Nervenatrophie betrachte, daß die Calluswucherung u. s. w. als sekundäre Erscheinung an dem schon leitungsunfähigen Nerven anzusehen ist, habe ich eingangs schon erwähnt. Die Fälle sind an und für sich alle ganz richtig beobachtet, aber vielleicht, weil spät nach der Vernarbung operiert, in dem ursächlichen Zusammenhang der Fraktur und Nervenlähmung nicht immer richtig gedeutet.

Wenn nun der Hauptgrund der Radialislähmung, abgesehen von den rein primären Formen der Contusion, primärer Interposition, Anspießung und Zerreißung des Nerven, in der Überdehnung des Nerven an dislocierten Fragmenten zu suchen ist, gleichgültig ob die Lähmung sofort mit der Fraktur oder erst später manifest wird, so sind folgende therapeutische Maßnahmen angezeigt. Der Vorgang bei Humerusfraktur mit konsekutiver Radialislähmung wird (wiederum abgesehen von den Fällen schwerer Quetschung oder Zerstörung des Nerven durch die verletzende Gewalt selbst) der sein, daß die mehr weniger schiefen Frakturenenden seitlich auseinander weichen, aneinander sich verschieben, und zwar tritt bei Fraktur in und unterhalb der Mitte der Humerus, wie bereits auseinandergesetzt wurde, diese Dislokation meist so ein, daß das untere Fragment an dem oberen nach außen und oben vorbeirutscht und sich ein nach der äußeren oder hinteren Seite des Armes vorragender Winkelscheitel bildet; über diese Convexität (meist ist es die Kante des unteren Fragments) wird der Nerv gedehnt. Es ist also durch genaues Abtasten der Frakturstelle, oder schmerzlos durch das Skiagramm festzustellen, wie die Bruchenden verlaufen, die Stelle ausfindig zu machen, wo der Nerv am ehesten gefährdet ist. Durch genaue Berücksichtigung der Schmerzpunkte, der prominenten Bruchstelle wird sich dieselbe leicht finden lassen. Immer ist die Ausdehnung, beziehungsweise Zunahme der Parästhesie, Anästhesie, der motorischen Störung gleich nach der Fraktur und in den nächsten Wochen täglich zu prüfen. Im einzelnen sind dann folgende Vorkehrungen zu treffen:

1. Für Humerusfrakturen und Radialislähmung ohne Weichteilwunde Schienenverbände, welche gerade die gefährdete Stelle an der Außenseite des Oberarms durch Polstereinlagen ober- und unterhalb der Fraktur von jedem Druck freihalten und eher einen nach der Innenseite des Oberarms vorspringenden stumpfen Winkel der Bruchenden anstreben, noch besser aber nach Bardenheuer Extension des im Ellenbogen rechtwinklig gebeugten Arms am Ellenbogen in der verlängerten Achse des Oberarms mit 5 kg nach unten, Contraextension an der Schulter nach oben mit 5 kg,



ferner gleichzeitig je eine Heftpflasterschleife mit 2—5 kg Gewicht ober- und unterhalb der Bruchstelle nach innen über die Brust des Verletzten hinweg horizontal nach der anderen Seite des Bettes hin, um die beiden Bruchenden gegen den Rumpf hin nach innen convex vorspringend abzulenken. Auf diese Weise werden die übereinander geschobenen Fragmente, an deren Spitzen die Überdehnung des Nerven stattfindet, am ehesten reponiert, durch Gegenzug läßt sich sogar ein Abweichen der Fragmente nach der entgegengesetzten Richtung erzielen. —

Nach 8—14 Tagen kann man diesen Extensionsverband durch einen Gipsverband über Unter-Oberarm und Schulter ersetzen. Während der Anlegung des Gipsverbandes läßt sich durch zwei Bindenzügel, welche die Frakturenden nach innen ablenken, durch einen weiteren Bindenzügel, welcher den rechtwinklig gebeugten Arm in der Oberarmachse am Ellenbogen nach unten zieht, die Extension ausüben. Unter diesen Maßnahmen wird sich in leichteren Fällen die Lähmung allmählich bessern. Dahin gehören vor allem diejenigen Formen, in welchen es sich um eine einfache, einmalige Quetschung des Nerven handelt. Es sind viele derartige Fälle bekannt, bei denen mit Aufsaugung des Blutaustrittes auch die Leitungsfähigkeit des Nerven wieder gekommen ist. Erholt sich in den nächsten 3—6 Wochen der Nerv nicht, wird die Lähmung im Gegenteil immer deutlicher, dann wird man besser daran tun, den Nerven, ehe er durch die zunehmende Überdehnung auf weite Strecken vollständig atrophisch geworden ist, bloßzulegen und durch Neurolyse, Unternähen mit Muskelschicht, Abtragen der prominenten Knochenkanten, Entfernung der einschnürenden Bindegewebs- und Callusmassen aus seiner kritischen Lage zu befreien, bei vollkommener Zerstörung anzufrischen, durch geringe Dehnung etwas zu verlängern und mit Naht (eventuell unter Resectio humeri) wieder zu vereinigen.<sup>1)</sup>

2. Für Humerusfraktur und Radialislähmung mit Weichteilverletzungen, welche zur Bruchstelle führen, ergibt sich, wenn die Hautwunde klein und rein ist, zunächst die gleiche conservative Behandlung, der nach Wochen unter den gleichen Verhältnissen der operative Eingriff folgen kann, wie sub 1. Hierher gehört auch die Mehrzahl der Schußverletzungen.

---

1) Helferich, Atlas und Grundriß der traumatischen Frakturen, 1898, S. 148 und 149 (mit Abbildung der Radialislähmung) tritt für sofortige Operation in der Regel ein, hat dadurch die besten Resultate erzielt.

Handelt es sich unter den gleichen Verhältnissen um ausgedehnte Weichteilverletzung, die weit klaffend zur Bruchstelle führt, den Nerven freilegt, so hat, wenn die Wunde rein, frisch, nicht inficiert ist, bei vollkommener Nervendurchtrennung alsbald unter strengster Asepsis die Nervennaht zu folgen, der entblöste Nerv ist durch Einbetten in die Weichteile von Knochenverletzungen zu schützen.

Ist die Wunde der Infektion verdächtig, so wird die antiseptische Tamponade, welche breit, trichterförmig in schonender Weise bis zum Knochen und zur Nervenscheide führt, so lange vorzuziehen sein, bis die Wunde aseptisch geworden ist, dann erst kann die (sekundäre) Nervennaht vollen Erfolg bringen.

Des allgemeinen Interesses halber seien noch die Schlußfolgerungen von zwei mehrfach citierten Autoren angefügt:

F. Neubauer schreibt 1896:

„1. Die leichtesten Grade der Nervencompression durch Callus oder Narben verlaufen als Neuralgien.

2. Vor dem Eintritte von Bewegungs- und Empfindungslähmungen treten Hemmungen in der Muskelnernährung auf. Die Atrophie kann wegen der EaR. nicht als Inaktivitätsatrophie aufgefaßt werden.

3. Die Störungen und Lähmungen geben bei zweckentsprechender Therapie eine sehr gute Prognose.

4. Die Therapie bestehe nicht nur in Isolierung des Nerven, sondern auch, wenn möglich, in Exstirpation des Narbengewebes um ihn herum.

5. Bei Sekundärnähten der Nerven sind die umliegenden Narben ganz zu entfernen. Ist das unmöglich, dann ist die Nahtstelle zu isolieren.

6. Die Isolierung eines Nerven durch Einhüllung mit Thiersch'schen Lappchen führt insofern nicht zu völliger Heilung, als Epithelfisteln zurückbleiben. Es ist deshalb eine weitere zweckmäßige Verbesserung der Isolierung anzustreben.“

G. Riethus schreibt 1899:

„1. Primäre Paresen können, solange keine Steigerung der Lähmungserscheinungen beobachtet wird, exspektativ behandelt werden.

2. Da es kein absolut sicheres Merkmal gibt, bei primären Paralyse zu entscheiden, ob eine Continuitätstrennung des Nerven vorliegt oder nicht, so muß der Nerv freigelegt werden, wenn die Lähmung nicht in wenigen Tagen zurückgeht.

3. Bei Continuitätstrennungen des Nerven muß wo möglich sofort nach dem Unfall die Nervennaht ausgeführt werden.

4. Die Verkürzung des Humerus durch Resektion, wie sie in den letzten Fällen in der Leipziger Klinik zur Anwendung kam, ist immer zu empfehlen, wenn die Distanz zwischen den Nervenenden eine so große ist, daß die Vereinigung der angefrischten Nervenenden ohne Spannung nicht möglich ist. Die Anfrischung muß eine so ergiebige sein, daß der Querschnitt der Nervenenden eine normale Beschaffenheit zeigt.

5. Jede sekundär aufgetretene Radialislähmung indiciert, zumal wenn eine Steigerung der Lähmungserscheinungen beobachtet wird, sofort den operativen Eingriff.

6. Die Resultate der Operation sind sowohl nach den von uns beobachteten Fällen, als auch nach den Angaben in der Literatur als absolut günstige zu bezeichnen.“

Zu Punkt 2 und 3 der Schlüsse von Riethus möchte ich anfügen, daß man bei vermutlichen oder tatsächlichen Continuitätstrennungen des Nerven wohl noch einige Wochen länger mit der Operation zuwarten kann, ohne eine zu starke Retraktion der Nervenstümpfe fürchten zu müssen. Die sekundäre Nervennaht hat ja auch vorzügliche Resultate, wenn man nicht viele Monate bis zum Eingriff verstreichen läßt. Andererseits haben sich doch manche gequetschte Nerven auch ohne Operation nach Wochen wieder ganz erholt.

Punkt 5 entspricht ganz genau meiner Anschauung betreffs der Zwischenstufe bei langsam zunehmender Überdehnung des Nerven; dieselbe kann schon primär (gleich mit dem Bruch) eingesetzt haben, kommt aber erst sekundär in vollem Maße nach einigen Wochen zur Geltung und zwar in einer sehr gefährlichen Form, weil dadurch der Nerv auf eine lange Strecke hin sich verdünnt und unwiederbringlich atrophiert, wenn er nicht bald möglichst befreit wird.

Was den Ort der Radialisverletzung und die Lage der Frakturenden zum Nerven anlangt, so verweise ich, ganz abgesehen von meinen eigenen oben erwähnten Beobachtungen, im einzelnen auf die gleich zu beschreibenden Literaturfälle, besonders auf die Bemerkung zu Fall 15, Abteilung I, Seite 91, will aber doch vorher noch auf einige Anhaltspunkte im Allgemeinen hinweisen:

1. Bei Brüchen im chirurgischen Hals des Humerus, auch bei Luxationen kann der Nervus radialis mit oder ohne Teilen des übrigen cervicalen Plexus durch den nach oben innen dislocierten Oberarmschaft gedehnt und gedrückt werden, an der Stelle, wo innen oben sein Spiralgang um die hintere Fläche des Knochens be-

ginnt. (Fall Middeldorps, Münchener mediz. Wochenschrift 1888, S. 229, Nr. 14, referiert von Goldzieher in Deutsch. Chirurgie).

2. Bei Brüchen des Oberarmschaftes oberhalb des Deltoidesansatzes kann sich ein nach hinten und innen vorspringender Knochenwinkel der Fraktarenden bilden; hauptsächlich über das nach innen abweichende obere Fragment kann hier der Nerv gedehnt werden.

3. Bei Brüchen unterhalb des Deltoides im mittleren Drittel des Knochens wird das durch den Triceps nach hinten oben verschobene untere Fragment dem Nerven am nächsten kommen; hierher gehören die meisten der Radialisverletzungen in ganz typischer Weise.

4. Bei Brüchen im unteren Drittel drückt am ehesten das nach oben außen dislocierte untere Fragment gegen den Nerven.

5. Bei Brüchen dicht oberhalb des Ellenbogengelenkes kommt am äußern untern Ende des Nervenspiralganges das obere nach außen unten und vorn aufgeklappte Bruchende am häufigsten dem Radialnerven zu nahe.

Zum Schluß mögen noch die wichtigsten Fälle aus der Literatur folgen:

### I. Primäre Lähmung.\*)

1. Kuhl, aus Descot: Die örtlichen Krankheiten der Nerven. Deutsch von J. Radius. Leipzig 1826, S. 38. — Alter 40 Jahre. — Mann. — Subcutaner Bruch mit sehr heftigen Schmerzen, die sich bis in die Fingerspitzen verbreiten. — Infolge Anschwellung des Armes, Anästhesie. Blasenbildung und Gangrän folgte am 6. Tage Amputation. — Die Untersuchung des amputierten Armes ergab, daß sich der „Brachialnerv“ zwischen die beiden Knochenenden hineingelegt hatte und von denselben angestochen, fast gänzlich zerquetscht und wie zerrieben war. — Amputation wegen Brand. — Primäre Interposition.

2. Ollier (1870), Referat von Monda in Revue de Chirurg. IV. 1884. — Oberarmbruch im unteren Drittel. — Sofortige Radialislähmung bei großer Beweglichkeit der Bruchstücke, so daß man an Interposition denken konnte. — Das Pressen der Fragmente gegeneinander verursachte keine Schmerzen, dagegen war Druck auf die anatomische Verlaufsgegend des Nerv. radial. und Extension des Armes sehr schmerzhaft. Man zog hierbei an den Nervenstrang. — Elektrisation. — Heilung. — Primäre Kontusionslähmung durch das Trauma oder durch die Fraktarenden.

---

\*) Bei den einzelnen, chronologisch geordneten Fällen kehren folgende Rubriken ständig wieder: Autor — Alter — Personalien, Art der Verletzung — Art des Knochenbruchs — Folgen der Verletzung — Befund bei der Operation — Operationsmethode — Erfolg — Bemerkungen zur Einteilung.

3. Berger, *Bullet. de la soc. anatom.* 1871. p. 157. — Subkutane Fraktur des Collum chirurg. humer. — Sofort motorische und sensible Paralyse des N. radial. — Autopsie nach Tod durch Scharlach: Nerv durch eine Kante des nach oben und innen dislocierten unteren Fragmentes comprimiert, an dieser Stelle in einer Strecke von 4—5 cm. um  $\frac{2}{3}$  sein. Volums verdünnt. Mikroskopisch waren die Nervenfasern sehr verdünnt und fast alle frei von Myelin, die Nervenscheide verdickt. — Primäre Überdehnung des Nerv. über die Bruchenden.

4. Thiersch, 1877, nach Riethus Fall 3. — Alter 56 Jahre. — Handarbeiter, fiel beim Abspringen vom Wagen, Vorder- und Hinterrad gingen über den r. Arm. — Subkutane Fraktur des r. Oberarmes zwischen mittlerem und unterem Drittel; das untere Fragment ist nach außen und hinten verschoben. — Motorische Radialisparalyse sofort deutlich, Sensibilität nicht gestört. — Kleisterpappschiennenverband. — Vom 12. Tage ab langsam zunehmende Besserung der Lähmung, zuerst in der Streckfähigkeit der Finger, zuletzt der Hand. Nach 9 Wochen Lähmung fast verschwunden, Fraktur in guter Stellung consolidiert. — Primäre Contusionslähmung.

5. Ollier, nach Durand: *Causes et traitement des pseudarthroses.* Thèse. Paris 1879 und Referat von Mondan in *Revue de Chirurg.* IV. 1884. p. 206. — Alter 25 Jahre. — Maurer, von einer Rotationsmaschine 8—10 mal gedreht und gegen eine Wand gestoßen. — Schiefe subcutane Fraktur an der Grenze des mittleren und unteren Drittels vom rechten Oberarm, 10 cm oberhalb des Ellenbogens, wahrscheinlich Splitterbruch, sehr beweglich mit etwas Dislokation. — Sofortiger Eintritt einer vollständigen motorischen und unvollständigen sensiblen Paralyse des N. radialis. Wasserglasverband. Geringe Schmerzen. — Beim Andrücken der Fragmente aneinander trat sofortiger Schmerzparoxysmus mit Kribbeln im Radialisgebiet auf. Bei jedem Anpressen des unteren Bruchendes an das obere wiederholte sich der gleiche Anfall. — 6 Tage nach der Verletzung wird durch Extension und sehr langwierige und schmerzhaftes Circumduktion der Bruchenden die Interposition behoben. Anlage eines abnehmbaren immobilisierenden Apparates aus Schienen und Wasserglas, der fast täglich gewechselt wird. — Am nächsten Tage ist die Sensibilität schon beinahe normal, Motilität nach 4 Tagen in Besserung. Nach 13 Tagen Sensibilität fast normal, Motilität in steter Besserung, umfangreicher Callus zu fühlen. 24 Tage nach Reduktion der Fragmente wird der Wasserglasschiennenverband abermals gewechselt. Patient kann das Handgelenk bedeutend besser gerade richten, zwischen 1. und 2. Metacarpus besteht am Handrücken noch eine kleine Zone halber Anästhesie. — Primäre Interposition.

6. Ollier (1879), nach Referat von Mondan: *Revue de Chirurgie.* Bd. IV. 1884. S. 198. — Frau, Verletzung durch Sturz aus einem Wagen. — Oberarmbruch, zwischen unterem und mittlerem Drittel. — Im Augenblick des Unfalls wenig Schmerz im Oberarm, sehr heftige aber im Daumen und im Ellenbogen verspürt. Vollständige Gefühllosigkeit in der Hand, Lähmung der Extensoren. Nach 3 Monaten konstatierte Ollier noch vollkommene Flexionsstellung im Handgelenk, Anästhesie am Handrücken und in der Gegend des Adductor pollicis; keine Schmerzhaftigkeit der Contu-

sionstelle am Oberarm, Drücken derselben verursachte Schmerzen in den Fingern. Temperatursinn herabgesetzt. — Nach weiteren 2 Monaten war noch keine Besserung zu sehen, die Muskeln reagierten nur auf Elektrisation; die Gefühllosigkeit war unverändert im Daumen und in der äußeren Seite des Handrückens. Die Muskeln zeigten geringe Atrophie. Anfangs April waren alle krankhaften Erscheinungen bedeutend geringer. Nach einem Jahr war volle Heilung eingetreten. — Mit Anwendung der Elektrizität war 5 Monate nach der Verletzung begonnen und regelmäßig weiter behandelt worden. — Heilung. — Primäre Contusionslähmung durch das Trauma oder durch die Frakturenden.

7. Israel, Berlin. klin. Wochenschrift 1884. Nr. 16. S. 254. — Alter 17 Jahre. — Knabe, mit dem Arm von der Welle einer Maschine erfaßt. — Subcutane Fraktur zwischen unterem und mittlerem Drittel, näher der Mitte, Querbruch. Außer der Oberarmfraktur noch eine Fraktur des Radius und der Ulna am gleichen Arm. — Sofortige vollständige motorische Radialisparalyse. Sensibilität im Radialisgebiet herabgesetzt. Später trophische Störung der Haut (übermäßige Schweißsecretion, lang andauernde Papelbildung nach Nadelstichen. 2 Monate nach der Verletzung sind die Streckmuskeln der Hand und des Unterarmes, auch der Triceps sehr atrophisch, reagieren auf den Induktionsstrom nicht, zeigen typ. EaR. Die Sensibilität ist am stärksten an der ulnaren Daumenseite herabgesetzt. Der spindelförmige Callus reichte von der Mitte bis zum unteren Drittel des Schaftes. Der Nerv. rad. war oberhalb und unterhalb der prominenten Frakturstelle als runder Strang durchföhlbar. Auf der Prominenz hinten selbst aber entschwand er dem tastenden Finger. — 3 Wochen hindurch täglich angewandte Massage und Elektrizität bringen keinen Erfolg. Operation 2 Monate nach der Verletzung: Der Nerv verläuft winklig abgelenkt über die scharfe hintere Kante des nach hinten und oben dislocierten unteren Fragmentes stark verdünnt, bandartig abgeplattet, daselbst unverschieblich fest mit dem Periost durch straffes Bindegewebe verwachsen, im Gegensatz zu seiner sonst mobilen Lage. Oberhalb der Knickungsstelle war die Nervenscheide stark vascularisiert, unterhalb der Bruchstelle von matten citrongelben Aussehen. In diesen beiden Abschnitten stellte er einen drehrunden Strang dar. — Lysis: Spaltung der Nervenscheide, Abhebung von dem prominenten Frakturende; subperiostale Resektion der Frakturprominenz, bis der Nerv seine normale Lage und Spannung wieder erlangte. — Erfolg positiv <sup>1)</sup>: Unter galvanischer Weiterbehandlung funktioniert nach

---

1) Remak machte bei elektr. Prüfung dieses Falles die Beobachtung, daß nach  $\frac{1}{2}$  Jahr noch die Radialmuskeln für den inducierten Strom nicht erregbar waren, obwohl ihre Funktion schon wiedergekehrt war. Die elektr. Nerven-erregbarkeit für die gesamten Muskeln vor der Reizungsstelle oberhalb des verdünnten Nervenabschnittes hatte sich wieder eingestellt, ebenso ging die Entartungsreaktion in den Muskeln zurück. Sowie man aber den Nerven unterhalb der Narbe erregte, waren größere konstante Stromstärken für die Muskelzuckung nötig. Ein Beweis für die Schwere der Degeneration.

Remak unterscheidet bei Radialislähmung nach Oberarmfraktur streng zwei Formen von Nervenläsion in bezug auf die Raschheit des Wiedereintrittes der Funktion: 1. Durch eine Noxe wird der Nerv komprimiert, ohne daß eine

7 Wochen der *M. supinat. long.*, nach 9 Wochen die Extensoren des Handgelenkes, nach 10 Wochen die Extensoren der Hand, nach 19 Wochen sind alle Bewegungen der Finger und Hand aktiv möglich. Innerhalb der ersten 4 Wochen war keine Besserung zu bemerken. — Primäre Form. Israel bemerkt selbst zu dem Fall: „Von vornherein war eine Läsion durch Callusdruck auszuschließen, da die Störung unmittelbar nach der Fraktur konstatiert war. Es konnte sich also entweder nur um eine Zerreißung und Quetschung der Nerven durch direkte Einwirkung der Gewalt gehandelt haben, oder aber um einen Druck auf den Nerven durch ein dislociertes Fragment“. Nach meiner Ansicht handelt es sich hier ebenfalls um eine andauernde Überdehnung der Nerven, wie ich sie für die Zwischenstufe angenommen habe. Dafür spricht der anatomische Befund, die Form des Nerven an der Knochenkante, sein anämisches Aussehen unter dieser Stelle. Die ernährenden Blutgefäße sind nicht allein an der Knochenkante, sondern auf weite Strecke nach abwärts durch den spannenden Zug zugrunde gegangen. Auf diese Entfernung sind auch viele Nervenfasern degeneriert, daher nur die allmählich zunehmende Regeneration der Funktion. In anderen Fällen (vergl. Busch) von ganz umschriebener Compression eines kurzen Nervenquerschnittes, bei welcher die Nervenfasern nur durch einen schmalen Narbenstrang, oder eine kurze Callusbrücke auch für längere Zeit gedrückt, aber nicht ganz abgedrückt waren, bedurfte es keiner Regeneration von Nervenfasern, die Leitung ging sowohl centripetal als centrifugal sofort nach Behebung des Hindernisses wieder durch den Nerven. Es kehrte die volle Funktion sofort oder in wenigen Tagen wieder zurück.

8. Ollier (1878), *Revue de Chirurgie* IV. 1884. p. 202. Referat nach Mondan. — Alter 18 Jahre. — Mann. — Fraktur an der Grenze des mittleren und unteren Drittels, 12 cm oberhalb des Ellenbogengelenkes. — Sofortige Lähmung des *Nerv. radialis*. Trotz 5 monatlicher Immobilisation in Extension war die Consolidation nicht erreicht worden. Das untere Fragment schaukelt nach vorwärts in der Richtung gegen den *M. brachial. intern.* — Operation nach 10 Monaten bei fortbestehender Lähmung und Pseudarthrose: Unteres Bruchende ist nach vorn und oben durch einen Schlitz des *M. brach. int.* durchgetreten, der *Nerv. rad.* in eine Längsfissur des oberen Fragmentes fest eingeklemmt. — Schwere Lysis. Die angefrischten Fragmente werden mit Silberdraht genäht. Gipsverband bei gebeugtem Ellenbogen. — Erfolg positiv: 2 Tage nach der Operation können schon die Finger bewegt werden. Besserung der Motilität nach einigen Wochen. Tod durch Pyämie 2½ Monate später nach Amputation des Oberarms infolge der Verletzung. — Primär (Interposition).

Degeneration eintritt. Die elektr. Erregbarkeit wird schon vor der Operation unterhalb der Compressionsstelle für den inducierten Strom erhalten sein. Wenn dann durch Operation der Druck entfernt ist, so kann in ganz kurzer Zeit die Reparation erfolgen (vgl. Fall von Busch 1872). 2. Wenn aber durch die elektro-diagnost. Untersuchung schwere Degeneration nachzuweisen ist (Fall Israel, 1884), wird erst durch die Operation die Aussicht auf Regeneration eröffnet. Diese kann bei sekundärer Nervennaht oft 1 Jahr in Anspruch nehmen (2 Fälle von Holmes in *Lancet*, 1 Fall von Pik in *Union medicale*).

9. Thiersch 1893, nach Riethus Fall 2. — Alter 13 Jahre. — Knabe, fiel über eine Treppe, verspürte heftige Schmerzen im r. Oberarm und konnte ihn nicht mehr erheben. — Querbruch des r. Oberarmes oberhalb des Ellenbogens. Unteres Fragment ist leicht beweglich, nach oben und außen dislociert. Am folgenden Tage deutliche Radialislähmung. — Trotz Schienenverband nach 12 Tagen ziemlich starke Dislokation der Fragmente, die sich nicht mehr ausgleichen läßt, Radialislähmung fortbestehend. — Nach 4 Monaten Lähmung vollkommen zurückgegangen. — Primäre Lähmung durch Contusion oder Überdehnung über dislocierte Fragmente.

10. Polaillon, Ref. Goldstein: D. Z. f. Ch. 1895, nach Union médical 1883. S. 936; ferner nach Boullaran, Thèse de Paris 1884, citiert von Mondan, Revue de chirurgie 1884. p. 215. — Alter 51 Jahre. — Mann. — Splitterbruch im unteren Drittel, supracondylär, durch Wunde compliziert. — Sofort nach der Verletzung tritt die Lähmung auf, dieselbe ist hauptsächlich motorisch. — Operation 6 Wochen nach Verletzung: Nerv vollkommen im stark gewucherten, teilweise fibrösen Callus eingeschlossen. — Resektion des Callus. — Positiv: 4 Monate nach Operation Lähmung noch vorhanden; dann stetig zunehmende, aber langsame Besserung; nach 9 Monaten nahm Patient die Arbeit wieder auf. Nach 2 Jahren erlangte er wieder die volle Kraft seines Armes. — Primäre Form.

11. Trendelenburg (1895), nach Riethus<sup>1)</sup> Fall 1. — Alter 35 Jahre. — Kutscher, dem ein herabstürzender eiserner Träger gegen den l. Oberarm fiel. — Fraktur etwas unterhalb der Mitte, Hautwunde an der Oberarmaußenseite, mit der Fraktur communicierend. — Nervus radialis vollkommen frei in der Wunde, von der Unterlage abgelöst. Sensibilität normal, Extension der Hand sofort herabgesetzt, kraftlos. — Naht und Drainage der Wunde, Gipsstreifenverband. — Reaktionsloser Verlauf. Consolidation der Fragmente in guter Stellung. — Radialisfunktion nach 60 Tagen wieder hergestellt, nur die rohe Kraft vermindert. — Primäre Contusionslähmung.

12. Trendelenburg (1896), nach Riethus Fall 7. — Alter 18 Jahre. — Eisenbohrerarbeiter, durch Maschine verletzt. — Complicierte Torsionsfraktur in der Mitte. — Gleich nach der Verletzung constatierte motorische Paralyse und Anästhesie, besonders an der Streckseite des Daumens, trophische Störungen der Haut. — Operation nach 52 Tagen. Die Nervenenden verlieren sich im Narbengewebe. Nervendefekt 7—8 cm. Pseudarthrose. — Lysis; staffelförmige Resektion der Fragmentenden. Knochen- und Nerven-naht. — Positiv: nach 8 Monaten Streckung der Grundphalangen, nach 10 Monaten Extens. und Abduktion des Daumen. — Primär.

13. Riethus<sup>2)</sup> (1899). — Mann, Fraktur des l. Oberarmes durch Fall. — Unmittelbar nach dem Unfall hing die l. Hand schlaff herab und konnte nicht horizontal erhoben werden. — Schienenverband. — Rückgang der Lähmung innerhalb einer Stunde. — Primäre Contusionslähmung.

1) Mehrfach cit. Arbeit in klin. Beitr. zur Chir. Bd. 24. 1899.

2) Denselben Fall beobachtete ich 1904 bei einem Wechselwärter, welchen beim Rangieren ein rollender Wagen von rückwärts an den Oberarm traf. Er klagte noch 24 Stunden lang über die heftigsten Nervenschmerzen unter vorübergehender Lähmung der Streckmuskeln.



14. Bidder, *Langenbecks Archiv*. 30. Bd., 4. Heft. S. 800. — Alter 18 Jahre. — Mann, vom Pferde an die Bretterverkleidung der Reitbahn herabgeschleudert. — Einfacher Splitterbruch des l. Oberarmes an der Grenze zwischen unterem und mittlerem Drittel durch Aufschlagen an die Wand. — Lagerung des Armes ohne Verkürzung, ohne Difformität in guter Stellung auf einer Schiene. Starke Schmerzhaftigkeit, große Schwellung nach einigen Stunden, motorische Radialislähmung bei ziemlich erhaltener Sensibilität, Prickeln und Ameisenkriechen, namentlich am Rücken vom Daumen und Zeigefinger. Nach 8 Tagen trat bedeutende Hyperästhesie in Daumen und Zeigefinger auf, welche zuweilen in den ganzen Arm ausstrahlte. — Nach 3 Wochen war ziemlich dicke Callusbildung bei vorzüglicher Stellung des Armes vorhanden, die Hyperästhesie war geschwunden, die Sensibilität wechselnd. 30 Tage nach der Verletzung war der Bruch consolidiert; weder die Radialmuskeln noch der Nerv reagierten auf faradischen Strom. 2 Monate lange Behandlung mit constantem galvanischen Strom brachte keine erhebliche Besserung. — Erst  $3\frac{1}{2}$  Monate nach der Verletzung trat auffällig schnelle Besserung, völlige Heilung 4 Monate nach der Verletzung (wahrscheinlich von selbst) ein. — Primärer Fall von Nervenquetschung, wahrscheinlich durch Anschlagen des Nerven an die Reitbahnwand selbst. Die Reizerscheinungen sprachen gegen seine völlige Durchtrennung. Der Nerv war gerade im Bereich der gefährlichen Zone (nach Leichenuntersuchungen Bischoffs [*Zentralblatt f. Chir.* 1879, S. 164], beim Erwachsenen die Gegend etwa 11 cm oberhalb des Epicondyl. ext. humeri beginnend und  $6\frac{1}{2}$  cm weiter nach oben und hinten endigend) getroffen. Bidder zählt als weitere Form der Nervenverletzung auf: die Pressung des Nerven an die Bruchkanten beim Umbiegen des unteren Bruchstückes nach innen oder seine Verletzung durch Knochensplitter, endlich drittens durch excessiven Callusdruck in späterer Zeit. Nach meiner Erfahrung und nach den literarischen Beobachtungen ist die verletzbarste Zone für den Nerven nach oben sowohl als besonders nach unten bei Ellenbogengelenkbrüchen überhaupt länger; es ist daher keineswegs gerade immer das nach innen umgebogene untere, sondern bei Gelenkbrüchen häufig das nach außen und vorn dislocierte obere Fragment, bei Diaphysenbrüchen das nach oben außen dislocierte untere Fragment, das den Nerven ausdehnende.

15. Sick-Sänger, *Archiv für klin. Chirurgie v. Langenbeck*. 1897. 54. Bd., II. Heft. S. 271. — Alter 5 Jahre. — Knabe, von einer Etage herab in eisernes Gitter gestürzt. — Complicierte Oberarmfraktur mit ausgedehnter Weichteilverletzung. Oberarm hing nur an einer Hautmuskelschlinge, welche Nerv. med. und ulnar., Vena brachialis enthielt; Mm. biceps, brach. int. und coracobrach., ein großer Teil des M. triceps durchtrennt, Art. brach. zerrissen und torquiert, Nerv. radial. mit einzelnen Verästelungen aus dem Unterarm ausgerissen. — Conservative Behandlung: Unterbindung der Arterien, Fixierung der Knochenenden mit Silberdraht, Muskelnnaht, Tamponade, Drainage, antiseptischer Verband. Der Arm blieb völlig ernährt; rasche Heilung mit Zurückbleiben einer totalen Radialislähmung. — Operation 6—8 Wochen nach der Verletzung: Centrales Nervende fand sich geschrumpft und aufgerollt im oberen Ende der Narbe; peripheres Ende wurde erst im Unterarm gefunden; der Nerv war dicht oberhalb der

Teilung des oberflächlichen und tiefen Astes abgerissen. Da Dehnung der Stümpfe die Entfernung derselben nicht ausglich, wurde die Muskulatur am Unterarm aufgehoben, unter derselben ein die halbe Dicke des Medianus umfassender Lappen mit der Basis nach oben von diesem abgelöst und mit dem angefrischten peripheren Radialisende vernäht. Heilung per primam. — Erfolg positiv: Galvanisation während langer Zeit. Nach 3 Monaten Radialislähmung unverändert. Nach  $1\frac{1}{4}$  Jahren Radialislähmung fast verschwunden. Sensibilität scheint intakt zu sein; Hand und die 4 Finger werden gut extendiert; Daumen steht adduciert, kann weder gestreckt noch abducirt werden. Bei faradischer Reizung des Medianus oberhalb des Ellenbogens und oberhalb der Verbindung mit dem Radialis tritt Flexion der Finger ein. Bei Reizung an der Abgangsstelle der Medianusbrücke zum Radialis tritt Extension der Finger mit kurzer Zuckung ein, die bei längerer und stärkerer Reizung in Flexion übergeht; vom Radialis am Oberarm aus keine Zuckung. — Ein Beispiel für die primäre Zerreißung des Radialnerven. Die Wiederkehr der Innervation in den Finger- und Handstreckern auf dem Wege des Medianus läßt sich einerseits dadurch erklären, daß beide Nerven gemeinsam einen Teil ihrer Wurzeln aus dem Plexus des 6. und 7. Cervicalnerven beziehen, andererseits daraus, daß benachbarte Centren in der vorderen Centralwindung des Großhirns, durch die fortgesetzte Elektrisierung für die Streckbewegung der Hand und der Finger eingeübt, vicariierend beansprucht wurden.

16. Bidder, Langenbecks Archiv. 30. Bd., 4. Heft. S. 801. — Leutnant, in der Reitbahn vom Pferde geschleudert, wobei der linke Ellenbogen heftig an die Wand schlug. — Y-förmige, in das Gelenk dringende Fraktur des unteren Endes des 1. Humerus ohne äußere Verletzung. Das äußere untere Fragment war keilförmig, 7 cm lang, sein oberes Ende wurde nach außen dünner, war scharfkantig, sehr beweglich infolge Blutergusses. Totale Paralyse des Nerv. radialis, Hautrückenfläche am Daumen und Zeigefinger bis zur Handwurzel anästhetisch. — Lagerung des Armes in halbgestreckter Stellung auf einer Schiene, später Gipsverband in rechtem Winkel. Nach 4 Wochen war die Fraktur fest unter geringer Verschiebung des inneren unteren Fragmentes nach oben, des unteren äußeren nach unten. Gelenk verbreitert, versteift. Sensibilität wiedergekehrt; kein einziger Radialmuskel bewegt sich willkürlich oder reagiert auf faradischen Strom. — Ohne besondere Behandlung bei unregelmäßig ausgeführter Massage und passiver Bewegung begann etwa 2 Monate nach der Verletzung die Lähmung wieder zurückzugehen bis zur Diensttauglichkeit. — Spontaner vollkommener Erfolg. — Primäre Contusionslähmung durch das Trauma. Dieser und der erste Fall Bidders (S. 91) beweisen, daß man bei primären Contusionslähmungen (ohne Nervendurchtrennung) ruhig einige Monate zuwarten kann, beweisen aber nicht mehr, jedenfalls nicht, daß die meisten Radialislähmungen bei Humerusfraktur ohne Operation von selbst heilen. — Primäre Nervendurchtrennung ist von Contusion des Nerven schwer zu unterscheiden, kommt allerdings bei Humerusfraktur selten vor. „Erst langes unverändertes Fortbestehen der Lähmung, bei Abwesenheit aller übrigen bekannten, die Nervenleitung störenden Momente, wird eine vollständige Nervendurchtrennung wahrscheinlich machen“. — Reizerscheinungen sprechen sicher für einfache Contusion des Nerven. (Siehe den ersten Fall.) — Bidder

sah bei Radialisdurchschneidung noch  $2\frac{1}{2}$  Jahren nach der Verletzung durch sekundäre Nervennaht vollständige Wiederherstellung nach 6 Monaten.

17. Reisinger (bei Göschel), Beiträge zur klinischen Chirurg. 36. Bd Heft 3. S. 622. — Mann, von einer Transmissionsscheibe erfaßt. — Fraktur des l. Unter- und Oberarmes in der Mitte; l. Hand steht gebeugt und proniert, die Finger können nicht gestreckt werden. Typische Radialislähmung. — Gipshanschiene unter Extension mit 4 Kilo an Heftpflasterstreifen, welche bis oberhalb der Oberarmfraktur reichen, unten Contraextension mit 3 Kilo an Gummischlauch nach der r. Schulter. — Nach 3 Wochen rechtwinklige Pappschiene ohne Zug; Fraktur fast verheilt, Lähmung unverändert, Sensibilität normal. Anwendung der Elektrizität und Massage. Zunehmende Muskelatrophie. Bei indirekter Reizung (Aufsetzen der Elektrode auf den Radialispunkt am Oberarm) faradisch kein Ausschlag, galvanisch einige träge Zuckungen (Entartungsreaktion). — Operation 2 Monate nach dem Unfall: Radialis durch straffes Narbengewebe mit dem unterliegenden, nicht übermäßig großen, nicht rauhen Callus direkt verbunden; er ist gerade auf der Höhe des Callus platt gedrückt, gelblich verfärbt auf 4 cm Länge. Ober- und unterhalb der Degenerationsstelle ist der Nerv deutlich unterschieden weiß. — Lysis; eine Schicht des M. triceps wird zwischen Nerv und Callus hindurch mit dem Brach. internus vernäht. Verbandanlage bei gestrecktem Ellenbogengelenk. Primäre Wundheilung. Heilgymnastik, Elektrisieren. — Erfolg positiv: Bei der Krankenhausentlassung, 3 Monate nach dem Unfall, 1 Monat nach der Operation, ist die Narbe überall verschieblich, nicht druckempfindlich, Callus kaum zu fühlen bei guter Frakturstellung, Lähmung unverändert. 7 Monate nach der Operation sind alle Funktionen normal, nur am Handrücken hin und wieder Gefühl von „Pelzigsein“. — Der anatomische Befund spricht für eine primäre Überdehnung des plattgedrückten Nerven über die Frakturrenden. Wenig Callus hat sich entwickelt. Der Nerv ist direkt an den Knochen angewachsen, über den er durch die Dehnung zu liegen kam. Nicht die Zerrung des Nerven beim Trauma, wie Reisinger meint, hat die Lähmung verursacht; denn dann würde die Lähmung in den nächsten Wochen sich spontan gebessert haben wie in anderen Fällen von einfacher Contusion des Nerven ohne Fraktur. Auch nicht die sekundäre Narbenverwachsung hat das Bestehenbleiben der Lähmung zur Folge gehabt; denn Narbenadhäsionen verursachen in ähnlichen Fällen gewöhnlich Neuralgien, seltener Lähmung; nach Lösung der Narbe hört in solchen Fällen auch die Lähmung sehr rasch auf. Die ausgedehnte gelbe Degeneration des Nerven, die langsame Wiederkehr seiner Funktion spricht gerade für die gefährliche Form den andauernden Überdehnung, die nur durch Operation gehoben wird und zwar mit um so mehr Aussicht auf Erfolg, je frühzeitiger diese vorgenommen wird.

18. Zöge-Manteuffel, St. Petersburger medic. Wochenschrift. 1896. Nr. 31. S. 278. — Alter 11 Jahre. — Knabe, complicierte Fraktur des Ellenbogengelenkes durch Sturz vom Pferde. — Die Untersuchung in Narkose ergab: Y-Fraktur des unteren Humerusendes, Fraktur des Radiusköpfchens; das untere Radiusfragment hatte in der Fossa cubitalis lateral von der Bicepssehne die Haut durchgestoßen. Infraktion des Radius in seiner Mitte. Die Hand hing in Pronation und Flexion schlaff herab; eine Lähmung

war wegen Schwellung und Schmerzhaftigkeit nicht zu eruieren. — Reposition, antiseptischer Verband mit Schiene für 14 Tage. Fieberlose Wundheilung. Gipsverband für weitere 14 Tage. Ende der vierten Woche nach der Verletzung war der Unterarm bis zur Mitte noch stark geschwollen, aktive und passive Bewegungen der Rotation, Flexion und Extension im Ellenbogengelenk fast gleich Null. Complete motorische Radialislähmung, sensibel incomplet; über dem Phalangometacarpalgelenke eine kleine anästhetische Stelle. Kräftiger Callus am Ellenbogengelenk, namentlich auf der radialen Seite. Durch passive Bewegungen und Massage, welche im Verlauf des Radialis sehr schmerzhaft sind, bessert sich die Beweglichkeit des Ellenbogengelenkes bedeutend. 4 Monate nach der Verletzung kehren unter dieser Behandlung auch die Radialisfunktionen wieder, die anästhetische Stelle des Handrückens wird ungemein hyperästhetisch. Der Nerv. radialis war deutlich zu fühlen, wie er  $1\frac{1}{2}$  fingerbreit oberhalb des Gelenkspaltes über einen halb kirschgroßen Osteophyt auf der vorderen Fläche des lateral. Condyl. wegzog. Diese Stelle war besonders druckempfindlich. Von ihr gingen auch spontane, sich oft in wenigen Stunden wiederholende, ruckweise erfolgende heftige Neuralgien aus. — Operation 8 Monate nach der Verletzung: Der Radialis ist 2 cm oberhalb seiner Teilungsstelle durch lockeres Bindegewebe an obigem Knochenvorsprung auf 2 cm seiner Länge befestigt, ein wenig plattgedrückt. — Lysis, subperiostale Abmeißelung des Knochenvorsprungs, Periost- und Muskelnah (vom M. brachial. intern. zum Supinator longus) zur Unterbettung des Nerven. Außerdem wurde ein anderer Teil des M. supinator und biceps über den Nerven genäht. — Erfolg: Funktion normal. — Die Lähmung war möglicherweise primär oder sicher als Zwischenstufe durch Dehnung des Nerven über eine Frakturkante (den späteren Osteophyten) zustande gekommen. Mit der Resorption des primären Callus hatte sich aber die Dehnung des Nerven vermindert, bei der Jugend des Patienten war Regeneration fast spontan erfolgt. Zöge-Manteuffel unterscheidet 2 Formen von Lähmung: die primäre durch Quetschung, Anschneiden des Nerven von Frakturende, sekundäre durch Einpackung in Callus und Periost. Er rät, bis zu  $1\frac{1}{2}$  Jahren mit der Operation unter Massage zu warten, weil so lange noch spontane Heilung beobachtet ist. Er legt dann großen Wert bei der Operation auf die Narbenunterfütterung mit Fett und Muskeln. Ich glaube niemals, daß in diesem Zeitraum bei schwer strangförmig überdehntem Nerven eine Heilung ohne Operation möglich ist, sondern bin für baldigste blutige Lysis.

## II. Lähmungen der Zwischenstufe.

1. Ollier (1863), Gaz. hebdom. 1865, Nr. 33, S. 515 und Bullet de l'académ. de méd. 28 août 1865 u. Traité des résécions. Paris 1889. Tome II. p. 169 et 170 (Figur 158); ferner Revue de Chirurg. IV. Jahrg. 1884. Seite 213. — Alter 22 Jahre. — Tagelöhner, verletzt bei einem Einsturz. — Complic. Fraktur des r. Humerus unterhalb der Mitte, an der Grenze zwischen den unteren  $\frac{2}{5}$  und den oberen  $\frac{3}{5}$  (au niveau de la gouttière radiale). Das untere Fragment hatte die Haut durchbohrt; am gleichen Abend wurde die Fraktur reponiert. — Anfängliche lebhafte Schmerzen

vergingen mit Zunahme der Consolidation. Nach 40 Tagen bei Abnahme des Steifgazeverbandes bestand vollständige motor. Radialisparalyse. Sensibilität im Bereich des Daumens und Zeigefingers bedeutend herabgesetzt. Callus fest, aber ungleichmäßig, besonders auf der Rückseite. In der Höhe des Callus fehlt die Sensibilität und Druckempfindlichkeit des Nerven selbst ganz. Lebhaftes Schmerzen aber werden geäußert auf Druck oberhalb und unterhalb des Callus. Der Unterarm ist um 6 cm im Umfang atrophiert. — Zwei Monate lang nach Feststellung der Radialislähmung wurde ohne Erfolg elektrisiert, die Atrophie nahm zu. 6 Monate nach der Verletzung Bloßlegung der Bruchstelle: Nerv in einen 5 cm langen knöchernen Kanal eingeschlossen, in diesem schnürte eine vom unteren Fragment ausgehende schief verlaufende Knochenspitze den Nerven ein, so daß er in der oberen Hälfte der knöchernen Röhre eine Verdünnung bis auf 3 mm, unmittelbar über der Schnürstelle noch innerhalb des Knochenkanals eine Anschwellung bis zu 1 cm aufwies. Der Nerv war wie durch eine Ligatur zusammengeschnürt. Unterhalb der Einschnürung auf 2 cm noch innerhalb des Knochenkanals nahm der Nerv seine normale Dicke an. — Ausmeißelung des Callus und der Knochenspitze, Loslösung des Nerven in der knöchernen Rinne. Doch wurde der Nerv in der Rinne belassen, um ihn nicht zu sehr zu verletzen. Der unregelmäßige, enge Kanal wurde in eine glatte, breite Knochenrinne verwandelt, das Periost ringsum entfernt zur Vermeidung von Calluswucherung. — Erfolg positiv: Am 6. Tage trat das Gefühl von Ameisenlaufen im Unterarm auf, die Sensibilität kehrte bald zurück. Am 15. Tage verursachte die Elektrisierung keine merkbaren Kontraktionen in den Muskeln, aber der Kranke fühlte eine eigentümliche Spannung in denselben, die noch nie vor der Operation beobachtet worden war. Am 20. Tage traten die ersten Bewegungen als Erhebung der Hand auf; nach 1 Jahr fast vollständige Heilung, bis auf ein wenig Schwäche im 4. und 5. Finger bei extremer Streckung. — Dieser Fall gehört sicher zur Zwischenstufe, indem die Schmerzen kurz nach der Verletzung auf Dehnung des Nerven über die Bruchstücke hinweisen; der anatomische Befund, der Verlauf des durch dauernde Überdehnung verdünnten Nerven über das spitze Ende des unteren Bruchstückes, spricht ebenfalls dafür. Daß der Nerv nicht von dem knöchernen Kanal als solchem comprimiert war, dafür sprach der Umstand, daß er dicht oberhalb des Knochenspitzes sehr verdickt, dicht unterhalb derselben normal gefunden wurde. Der Calluskanal bildete sich um den bereits veränderten Nerven erst sekundär. Ollier nähert sich Seite 518 in Gazette hebdomad. 1865 ebenfalls dieser Ansicht mit den Worten: „Ici il n'y avait pas seulement compression par le cal, la paralysie était survenue (selon toute probabilité) immédiatement après la fracture, c'est à dire avant que le cal fût formé. C'était donc dans les fragments aux-mêmes qu'il fallait chercher la cause comprimante“. Ollier legt auf diese Compression des Nerven durch die Fragmente den Nachdruck, indem er anführt, daß in verschiedenen Fällen nach Contusion oder Compression eines Nerven vollkommene Lähmung beobachtet worden ist. Es handelte sich in solchen Fällen um Zertrümmerung, Zerfleischung, Zerstörung der Nervenfasern, so zu sagen um eine subneurotische innerliche Zerreißung. Die einfache Dehnung eines Nerven selbst bis zur Verlängerung auf mehrere Centimeter, meint Ollier, habe keine solchen Unglücks-

fälle zur Folge, wie die Nervendehnung, die Isolation des Nerven bei Ellenbogenresektion lehrten. Doch vergißt hierbei Ollier, daß diese Dehnungen nur einige Minuten dauern, der Nerv sofort wieder in ein möglichst weites Bett in schonendster Weise zurückgelegt wird. Nicht so bei der Fraktur-Dehnung über eine Knochenkante, die, je länger sie dauert, um so mehr die Nervenfibrillen schädigen muß, die immer stärker wird, je mehr die Fragmente auseinanderweichen.

2. Thiersch (1867), nach Riethus Fall 16. — Alter 21 Jahre. — Maurer, von einem schnell rotierenden Mühlrade am r. Arm erfaßt, gegen eine Mauer geschleudert. — Fraktur in der Mitte des Oberarmes r. — Nach 3 Monaten war der Bruch in leichter Winkelstellung unter besonders starker Callusbildung an der hinteren Seite fest geheilt; gleichzeitig war Motilität und Sensibilität im Radialisgebiet ganz erloschen. — Elektrische Behandlung ohne Erfolg, Lähmung  $\frac{3}{4}$  Jahr nach der Verletzung unverändert, Muskulatur atrophisch. — Nach 3 Wochen war die Sensibilität bis auf das Gefühl in den Spitzen des Daumens und Zeigefingers zurückgekehrt. — Der Eintritt der Lähmung unklar, wahrscheinlich durch Überdehnung des Nerven über die dislocierten Fragmente bald nach der Verletzung (Zwischenstufe).

3. Thiersch (1867), nach Riethus Fall 15. — Alter 19 Jahre. — Dienstknecht fiel von einem Wagen, wobei ihm die Räder über den rechten Arm gingen. — Complic. querer Oberarmbruch in der Mitte, Verkürzung  $1\frac{1}{2}$  Zoll, oberes Bruchstück nach innen und vorn gerichtet, ragt zollweit aus der vorderen äußeren Wunde, unteres nach außen und hinten über das obere hinauf dislociert. — Nach Abnahme des Gipsverbandes wurde während der Frakturheilung motorische Radialislähmung bei erhaltener Sensibilität constatiert. — Offene Wundbehandlung und Gipsschiene. — Consolidation der Fraktur unter Abstoßung eines Knochensequesters nach 6 Monaten; vollständige motorische Radialislähmung bleibend. — Der Eintritt der Lähmung unklar, wahrscheinlich durch Überdehnung des Nerven über die dislocierten Fragmente bald nach der Verletzung (Zwischenstufe).

4. Busch, Berlin, klin. Wochenschr. 1872. Nr. 34. S. 413. — Maschinenverletzung: Ein Arbeitsmann geriet mit linkem Arm in ein sich drehendes Schwungrad. — Fraktur in der Mitte des Oberarmes, auch beider Unterarmknochen. — Zunächst Schienen-, dann Gipsverband. Bei der Entfernung des 2. Gipsverbandes nach 8 Wochen vollständig motorische Paralyse, deren Anfang nicht zu bestimmen war. Am Handrücken eine fast vollständige anästhetische Hautpartie von 1 Quadratzoll Umfang, sonst ist die Sensibilität herabgesetzt. Schmerzhaftes Kribbeln am Zeige- und Mittelfinger. — Wochenlange Faradisation ohne Erfolg, Atrophie der Muskeln bis auf Haut und Knochen. Operation 16 Monate nach Verletzung: Starker Callus, besonders außen in der Mitte des Oberarmes. Nerv liegt rechtwinklig abgelenkt und eingeschnürt in einem  $1\frac{1}{2}$  Zoll langen Knochentunnel, ist bandartig abgeplattet. Auch der Knochenkanal hat obige rechtwinklig gebogene Form. Unterhalb dieses Kanals ist der Nerv in seinem Aussehen unverändert, von normaler Stärke, auf stärkste Induktionströme erfolgen aber nur ganz schwache fibrilläre Zuckungen im obersten Teil des Supinator longus allein. Der verschmälerte, abgelenkte Nervenabschnitt setzt sich scharf ab von dem runden Teil desselben unter-

halb des Kanals. Aus der Kanalwand durch ein rundliches Loch tritt vom Nervenstamm ein ziemlich starker Ast hervor zum Triceps; bei elektrischer Reizung des Astes zuckt der Triceps lebhaft, so daß an diesem also keine Druckerscheinung mehr vorhanden war. — Lysis. Herausheben und Verlagerung des Nerven aus dem knöchernen Halbkanal mittelst Schiellhäkchens. — Erfolg positiv. Sofort kann Patient den 2. und 3. Finger etwas strecken, das Kribbeln ist verschwunden; am 2. Tage ist Abduktion des Daumens, am 4. Reaktion aller Muskeln am Unterarmrücken mit schwachen Induktionströmen trotz ihrer äußersten Atrophie möglich. — Unklar ist der Eintritt der Lähmung; der anatomische Befund der Abknickung entspricht der Überdehnung des Nerven über die Bruchenden mit nachträglicher Calluswucherung<sup>1)</sup>.

5. Tillaux, Bullet. de la soc. de Chirurg. 26. Juni 1878. — Alter 53 Jahre. — Mann — Splitterbruch in der Mitte. — Bei Entfernung des Verbandes nach 6—7 Wochen wurde totale motorische Paralyse des N. rad. konstatiert. — Nach 8 Wochen Bloßlegung der Bruchstelle: Der Nerv lag in einem 3 cm langen knöchern-fibrösen „Tunnel“, der bajonettförmig geknickt war, stellenweise eingeklemmt, abgeplattet und verdünnt, an anderer Stelle verdickt, einer Perlschnur ähnlich. — Abmeißelung des Knochenkanals. — Erfolg positiv: Besserung nach 14 Tagen, vollständige Heilung nach einem halben Jahr. — Unklar ist der Eintritt der

1) Einen Beweis dafür, daß der Nerv nicht in der ganzen Länge des Kanals, sondern nur an der abgelenkten Stelle in seiner Leitungsfähigkeit vollkommen gestört war, erblicke ich auch in der Tatsache, daß der innerhalb des Kanals abzweigende Tricepsast leitungsfähig geblieben war. Ollier hat an experimentell in Knochenkanäle eingeleiteten Nerven bei Tieren ihre Leitungsfähigkeit nachgewiesen und damit gezeigt, daß keineswegs immer eine ausgedehnte Compression im Calluskanal den Nerven leitungsunfähig macht (*Traité de la régénération des os*). Das hauptsächlich schädigende Moment scheint mir auch bei obigem Falle in der Knickung, Überdehnung zu liegen. Ich kann also Busch nicht beistimmen, wenn er dem Falle noch folgenden Schluß anfügt: „Diese Beobachtung bietet ein besonderes physiolog. Interesse, weil infolge einer zufälligen Verletzung ein Zustand im Nerven hervorgerufen wird, welchen die Physiologen bei ihren Experimenten nicht bewirken können, da sie den Nerven entweder zu schwach oder zu stark schädigen. Durch die Compression, welche der den Nerven umgebenden Callus auf eine bestimmte Strecke des Verlaufes ausübte, war auch unterhalb des Callus in dem nicht mehr comprimierten Nervenstamme ein Zustand hervorgerufen worden, infolge dessen elektrische Reizungen des Nerven selbst keine Muskelkontraktionen in den Streckern der Finger mehr hervorriefen. Kaum war jedoch das Hindernis gehoben, so vermochte Pat. die Finger zu heben. Wir sehen also, daß dasselbe unterhalb des Callus gelegene Stück des Nervenstammes für Ströme, welche durch den Willen hervorgerufen werden, leitungsfähig war, sobald dieselben zu ihm gelangen konnten, während es die elektrischen Reizungen nicht bis zu den Muskeln vermittelte.“ Ich glaube, daß man diesen Zustand des Nerven sehr gut herstellen kann dadurch, daß man ihn über eine Kante langsam zunehmend ausdehnt. Diese Überdehnung an der rechtwinkligen Knickung im oberen Abschnitt hat den Nerven auf eine längere Strecke leitungsunfähig gemacht.

Lähmung; der anatomische Befund der Abknickung entspricht der Überdehnung des Nerven über die Bruchenden mit nachträglicher Calluswucherung.

6. Czerny, Verhandlungen der Gesellschaft für Chirurgie. 13. Congreß. 1878, S. 122; steht nur in den Separatabdrücken. — Alter 6 Jahre. — Knabe, Fall von 5 Meter hoher Mauer. — Subcutane Fraktur im unteren Drittel. — 5 Stunden nach Verletzung wurden die ersten Störungen der Radialisfunktion bemerkt. Bei Verbandabnahme nach 2 Wochen besteht vollständige motorische Paralyse. Sensibilität nicht gestört. — Operation nach 3 Wochen: Der Nerv verläuft scharf abgelenkt über die Kante eines disloc. angeheilten Fragmentes, sichtbar verdünnt, graurötlich verfärbt, wie abgescheuert. — Subperiostale Resektion des Knochenvorsprungs. — Erfolg positiv: von der 6. Woche ab stellt sich die Funktion sehr rasch vollkommen wieder her. — Dieser Fall gibt das deutliche Bild der allmählich zunehmenden Nervenüberdehnung, welchem auch der anatomische Befund entspricht, gehört also zur Zwischenstufe.

7. Delens, Bullet. de la soc. de Chirurg. 21. Avril 1880. p. 262. — Alter 37 Jahre. — Maurer. — Subcutane Fraktur des unteren Endes am rechten Oberarm. — Gipsverband in halber Flexionsstellung. Bei Verbandabnahme nach 40 Tagen wurde eine totale motorische Radialislähmung constatirt, Herabsetzung der Sensibilität am Unterarm, besonders stark am Handrücken. Muskeln sehr atrophisch, durch farad. Strom nicht erregbar. — Nachdem 3 Wochen lang der elektrische Strom versucht worden, wurde nach 8 Wochen der Nerv an der Bruchstelle freigelegt; er fand sich bogenförmig verschoben, in einem 18 mm langen knöchern-fibrösen Kanal eingeschlossen, innerhalb desselben unverschieblich fest eingeklemmt, abgeplattet, bis zur Hälfte verdünnt und von zahlreichen Knochennadeln angespießt. — Abmeißelung des Knochenkanals. Lösung des Nerven von den Knochentrümmern. — Erfolg positiv: erhebliche Besserung in den folgenden Wochen, die Streckbewegungen der Hand und Finger schwach wieder ausführbar. — Unklar ist der Eintritt der Lähmung; der anatomische Befund entspricht der Überdehnung des Nerven über die Bruchenden und nachträglicher Calluswucherung.

8. Whitson, Ref. Schmidts Jahrbücher. 1882. Bd. 195. Nr. 7, nach Edinbourg med. Journ. XXVII. S. 724. — Fraktur im unteren Drittel des Humerus. — Trotz Heilung des Bruches in einem Verbande blieb motorische Radialisparalyse zurück. Finger kalt, hyperästhetisch. — Der sichtlich verdünnte Nerv verläuft in der Rinne eines Fragmentes und wird seitlich durch ein prominierend. Knochenstück comprimiert, 3 Zoll oberhalb des Ellenbogengelenks. — Lysis. Abmeißelung des prominenten Knochenstückes. — Erfolg positiv: schon am 2. Tage deutliche Streckung der Finger möglich; nach 5 Wochen Funktion der Hand fast normal. — Der Verlauf des verdünnten Nerven über das spitze Ende eines Bruchstückes spricht für Überdehnung.

9. Thiersch, (1883), nach Riethus Fall 17. — Alter 36 Jahre. — Kutscher kam beim Abspringen vom Wagen zu Falle; das Vorderrad des mit 40 Zentnern Sand beladenen Wagens ging ihm über den unteren Teil des rechten Oberarms. — Querbruch des rechten Oberarms oberhalb des Ellenbogengelenks, die Haut darüber stark gequetscht, wird gangränös. — Sen-



sibilität und Motilität der Hand und Finger gleich nach der Verletzung normal. — Drainage der Wunden, permanente Irrigation mit 2,5 proz. essigsaurer Tonerde. Große Fetzen der Weichteile in der Ellenbeuge, an der Rückseite des Oberarms, stoßen sich nach 10 Tagen ab. — 26 Tage nach der Verletzung wird vollständige Paralyse des N. radialis konstatiert, welche auch noch 7 Monate nach der Frakturheilung unverändert ist. — Der Eintritt der Lähmung unklar, wahrscheinlich durch Überdehnung des Nerven über die dislocierten Fragmente bald nach der Verletzung.

10. M. F. Terrier, nach M. Boullaran (Paris 1884, Thèse). — Einfacher Oberarmbruch. — Die Lähmungserscheinungen traten am 7. Tage auf. — Bei der Operation mehr als 4 Monate später wurde der abgeplattete Nerv von einer Knochenbrücke bedeckt gefunden. — Abmeißelung der Knochenbrücke. — Nach anfänglichen Schwankungen besserte sich die Lähmung entschieden, 7 Monate später war die Sensibilität und Motilität soweit wiedergekehrt, daß man sie als vollkommene Heilung gelten lassen konnte. — Zwischenstufe.

11. Hoffmann, Deutsch. med. Wochenschrift 1885. Nr. 27. — Alter 31 Jahre. — Mann, vom Maschinenrad erfaßt. — Subcutane Fraktur des r. Humerus. — Nach 6 Wochen mit starker Calluswucherung und totaler Radialislähmung geheilt. — 3 Monate später operierte v. Bardenheuer. Der durchtrennte Nerv ist an Calluswucherung angewachsen. — Abtragung des Callus, Nervennaht. — Erfolg positiv: Nach 1 Jahr Gebrauchsfähigkeit der Hand größtenteils wieder hergestellt. — Unklar, wann die Lähmung erfolgte. Fraglich, ob Zerreißung; der Nerv kann an den Frakturenenden überdehnt und ganz dünn zu einem Bindegewebsstrang ausgezogen worden sein. (Zwischenstufe.)

12. Bardenheuer, Deutsche med. Wochenschr. 1885. S. 470. Nr. 27. — Alter 31 Jahre. — Schlosser, Maschinenverletzung. — Fraktur im mittleren Drittel. — Vollständige Paralyse am 3. Tage bei Verbandwechsel bemerkt. — Operation nach 4 Monaten: Nervenenden fest an den Kanten der Bruchstücke fixiert, in Callus eingebettet. — Lysis der Nervenenden, Abmeißelung der Knochenkanten und des Callus. Nervennaht. — Erfolg positiv: Im 7. Monat zuerst Dorsalflexion der Hand möglich, dann Streckung der Grundphalangen, zuletzt Abduktion des Daumens. — Dieser Fall gehört in die Zwischenstufe. Die Fixation des Nerven an den Bruchkanten spricht für Überdehnung. Erst später, nachdem am 3. Tage die Lähmung deutlich war, wucherte der Callus darüber.

13. Jones, Med. Chronicle. Okt. 1885. S. 8. — Alter 14 Jahre. — Knabe. — Durchstechungsfraktur des unteren Humerusendes. — Einige Zeit nach der glatten Heilung totale Radialislähmung konstatiert. — Operation: Nerv stark verdickt, fest mit dem Knochen verwachsen, ein Knochenstachel in die Substanz des Nerven eingedrungen. — Auslösung des Nerven, Abtragung des Knochenstachels. — Vollkommene Heilung nach kurzer Zeit. — Der Knochenstachel war wahrscheinlich die scharfe Kante des einen Bruchendes, über welche der Nerv gedehnt und verdünnt war.

14. Middeldorpf, Münch. med. Wochenschr. 1888. S. 229. Nr. 14. — Alter 32 Jahre. — Bauersfrau, Dreschmaschinenverletzung. — Laienbehandlung nur durch eine Mitella. — Als bald nach der Verletzung wurde schon das Unvermögen bemerkt, die rechte Hand, den rechten Unterarm wie

sonst zu bewegen. Lähmung der Armstrecker sichergestellt 7 Wochen nach der Verletzung, auch der Triceps war leicht atrophisch, sehr stark die Supinatoren und Extensoren am Unterarm. EaR dieser Muskeln. Sensibilität am Unterarm und Handrücken radialwärts etwas herabgesetzt. Der Bruch ist mit Dislokation geheilt, so daß der Schaft des Oberarmknochens etwas abduciert ist; in der Achselhöhle ist ein Knochenvorsprung fühlbar. — Typischer vorderer Schultergelenksresektionslängsschnitt zwei Monate nach der Verletzung: Humerus dicht unter dem Kopf in einem nach außen offenen Winkel von etwa  $150^{\circ}$  abgelenkt, unteres Fragment nach innen und hinten dislociert und mit 2 Knochenvorsprüngen in das Bindegewebe eingekeilt. — Abmeißelungen dieser beiden Knochenvorsprünge des unteren Fragmentes; alsdann wird in der Tiefe der von jenen comprimiert gewesene Nerv. rad. als längsverlaufender Strang (neben dem Ulnaris) sichtbar. — Erfolg positiv: 4 Wochen nach der Operation deutliche Besserung der Radialismuskeln. 2 Monate später funktioniert der Triceps normal, auch die übrigen Muskeln contrahieren sich schon schwach. Die faradische Erregbarkeit vom Nerven aus noch gering; die direkten Zusammenziehungen durch den Strom lassen sich auslösen. EaR fast geschwunden.  $\frac{1}{2}$  Jahr nach der Operation war die Restitution der Armmuskeln fast vollkommen; Umfang der Unterarme gleich; EaR verschwunden. — Dieser Fall gehört wahrscheinlich zur Zwischenstufe: Der Nerv ist über das für Brüche im oberen Drittel typisch nach innen und (durch Pectoraliszug) dislocierte untere Fragment andauernd ausgespannt und gedehnt, wie dies gleich oder bald nach der Fraktur und nicht erst während der Heilung durch Calluscompression vorkommt. Die Dehnungsstelle am Nerven findet sich da, wo er von innen her an den Knochen sich anlegt, um auf dessen hintere Fläche zu gelangen, also im Beginn seines Spiralganges, während die meisten übrigen Verletzungen desselben in der Mitte (bei Brüchen in der Mitte) oder am unteren Ende des Spiralganges (bei Brüchen im unteren Drittel oder bei Epiphysenbrüchen) liegen.

15. Thiersch (1889), nach Riethus Fall 5. — Alter 27 Jahre. — Mann, Fall zwischen die Latten eines Gartenzauns. — Subcutane Fraktur in der unteren Hälfte des Oberarmes. — 24 Stunden nach der Verletzung motorische Parese (nach Angabe des Patienten) bemerkt, mit vorübergehendem „Eingeschlafensein“ des Armes und der Hand. Bei Abnahme des Gipsverbandes nach 6 Wochen wurde totale motorische Paralyse ohne Sensibilitätsstörung konstatiert. — Operation nach 12 Wochen: Der Nerv läuft über die Kante des unteren nach außen dislocierten, angeheilten Fragmentes, aus seiner ursprünglichen Lage verschoben, im Bereich des Callus von 2 Seiten her durch Knochenmasse comprimiert. Der Nerv erscheint da, wo er über die Knochenkante hinzieht, verdünnt, weiter unterhalb an Stärke auffallend zunehmend. — Resektion der ganzen Calluspartie und der Knochenkante bis zur vollständigen Freilegung des Nerven. — Erfolg positiv: nach 4 Wochen Streckung der Hand möglich, nach 9 Monaten vollkommene Gebrauchsfähigkeit. — Dieser Fall gibt das deutliche Bild der allmählich zunehmenden Überdehnung, welcher auch der anatomische Befund entspricht, gehört also zur Zwischenstufe.

16. Trélat, Gaz. hebdom. 1891. Nr. 11. S. 122. — Alter 40 Jahre. — Mann. — Supracondylärer Splitterbruch im unteren Drittel des linken

Oberarms, der schwer in richtiger Coaptation zu erhalten war. — Dreimaliger Verbandwechsel. Bei Abnahme des letzten Verbandes nach 1 Monat vollständige Paralyse. Merklliche Atrophie des Unterarms. — Mechanische und elektrische Behandlung erfolglos. Operation 1½ Monate nach der Verletzung: Nerv durch einen „canal ostéofibreux“ comprimiert. — Lysis. — Obwohl die Heilung sich durch Phlegmone verzögerte, waren positiv nach 7 Monaten alle Bewegungen wieder hergestellt. — Unklar ist der Eintritt der Lähmung; der anatomische Befund entspricht der Überdehnung des Nerven über die Bruchenden und nachträglicher Calluswucherung<sup>1)</sup>.

17. Trendelenburg (1893), nach Riethus Fall 4. — Alter 6 Jahre. — Knabe, angeblich vor 6 Wochen linken Oberarm gebrochen. — Verdickung des Humerus dicht oberhalb der Condylen. — Nach Consolidierung der Fraktur wurde eine vollständige motorische Radialislähmung bemerkt. — Tägliche Faradisation. — 12 Tage nach Einleitung der Behandlung setzt die Besserung ein mit Streckfähigkeit der Hand. — Unklar, ob primäre Contusions- oder Überdehnungslähmung durch dislocierte Fragmente (Zwischenstufe).

18. Finotti, Wien. med. Wochenschrift 1893. S. 2046, aus der Klinik von Nikoladoni. — Alter 5 Jahre. — Knabe, Sturz von Mauer. — Fraktur dicht über dem unteren Gelenkende. — Nach 6 Wochen bei Verbandabnahme vollständige motorische Paralyse. — Operation 10 Wochen nach Verletzung: Nervenenden an den Kanten der dislocierten Bruchstücke in Narben- und Callusmassen eingeschlossen. Unteres Bruchende nach hinten dislociert und nach außen gedreht. Das obere Bruchstück sprang auf der Beugeseite und radialwärts als deutliche Stufe vor, über welche der Radialis seiner anatomischen Lage nach herablaufen mußte. An ihrer scharfen Kante endete das centrale Stück, während das periphere sich im Narbengewebe der Stufe verlor. — Lysis der Nervenenden, Abtragen der Narbenmassen, Abmeißelung der scharfen Knochenkanten. — Erfolg positiv: Besserung ab 3. Woche. Nach 1½ Jahren Arm wieder funktionsfähig. — Gehört wahrscheinlich zur Zwischenstufe, Überdehnung, weil die Lähmung mehrere Wochen nach der Verletzung beobachtet wurde und auch der anatomische Befund für eine solche spricht<sup>1)</sup>.

---

1) Trélat ist meines Wissens der erste, welcher zwischen einer Compression par enclavement und einer Compression par soulèvement unterscheidet. „Dans certains cas, le nerf est soulevé soit par un cal exulcérant, soit par un fragment mal réduit. Il est tendu sur le relief formé par le cal ou par le fragment comme une corde de violon sur le chevalet (Steg).“ Er betrachtet aber als hauptsächlich schädigendes Moment bei dieser Verlagerung des Nerven das Aufreiben, Verletzen der Nervenfasern an der rauen verwachsenen Umgebung, an unregelmässigen Knochenkanten, keineswegs die Überdehnung selbst: „Mais à cette compression par soulèvement, il faut ajouter l'irritation produite par les frottements etc.“ Ich kann mir allerdings diese Reibung eines an den Knochen angewachsenen, in dickes, unnachgiebiges Narbengewebe eingebetteten Nerven nicht recht vorstellen.

1) Wie bei der Fraktur im oberen Drittel das nach außen unten und hinten dislocierte obere Frakturende, bei der Fraktur im mittleren Drittel das

19. Claus, Centralbl. f. Chir. 1893. S. 883, aus dem Kinderhospital in Dresden. — Alter 10 Jahre. — Knabe, Fall auf linken Arm von der Schulter eines Kameraden herab. — Fraktura supracondylica. Anteroposteriorer Schrägbruch. — Nach 3 Wochen Verbandabnahme vollständige motorische Paralyse. Sensibilität normal. — Operation nach 55 Tagen. Nervenden an den Kanten der dislocierten Bruchstücke fixiert: Von oben her verfolgt, endigt den Radialis auf dem äußeren Teil des oberen Bruchstückes, mit dessen scharfem Rande fest verwachsen. Es handelt sich um einen von vorn unten nach hinten oben verlaufenden Schrägbruch, die Frakturenden sind förmlich nach vorn aufgeklappt, das untere Bruchende ist nach innen und hinten oben verschoben. Der periphere Teil des Radialis ist samt Muskelteilen fest auf der vorderen Bruchfläche des unteren Segments eingebettet und mit diesem nach hinten und innen oben unter das obere Bruchstück verschoben. — Lysis. Abmeißelung der Knochenkanten, Anfrischen der Nervenstümpfe, Nervennaht mit Catgut. Ausmeißelung eines Keils aus den dislocierten Fragmenten, diese in richtige Lage gebracht. — Erfolg positiv: nach 2 Monate annähernd normal, trotz Wundheilung und Knochennekrose. — Gehört wahrscheinlich zur Zwischenstufe, Überdehnung, weil die Lähmung erst mehrere Wochen nach der Verletzung beobachtet wurde und auch der anatomische Befund für eine solche spricht.

Nr. 20. Deanesly, British medical Journal. 1893, June 17. S. 1258. — Alter 8 Jahre. — Lösung der unteren linken Humerusepiphyse durch Fall. — Nach Einrichtung der Bruchenden Gipsverband im r. Winkel. Bei Abnahme desselben zeigte sich starke knöcherne Verdickung des unteren Humerusendes, bedeutende Versteifung des Ellenbogens, totale motorische

nach außen oben und hinten dislocierte untere Frakturende, ist in den Fällen Finotti und Claus bei Frakturen am unteren Ende das nach außen und unten vorn dislocierte obere Bruchende dasjenige, welches durch seine scharfe Kante den Radialnerven in seinem anatomischen Verlauf am ersten begegnet und ihn schädigt; anfänglich durch Überdehnung, welche während der Frakturheilung in vollkommene Atrophie des betreffenden Nervenabschnittes übergehen kann, so daß sich der atrophierte Strang wie vollkommen durchtrennt in Narben- und Callusgewebe verliert. Schüller (Die chirurg. Anatomie. 1885. Heft I. S. 268) hat durch Leichenversuche bewiesen, daß solche Zerstörungen des Radialnerven bei Brüchen am unteren Ende des Humerus naturgemäß wegen seines anatomischen Verhaltens zustande kommen müssen: „Der Nerv. rad. wird besonders bei den Frakturen über der Eminentia capitata des Epicondylus externus, des Radiusköpfchens und des Radiushalses, sowie auch bei der Ablösung der ganzen Humerusepiphyse leicht Verletzungen ausgesetzt sein. Er kann sowohl bei der Entstehung mancher dieser Frakturen mehr oder weniger stark ausgedehnt, als auch durch die scharfen Kanten der Bruchstelle verletzt werden. Bei der Fraktur über der Eminentia liegt der Nerv gerade auf der scharfen Kante des unteren Bruchstückes auf, bei der Ablösung der gesamten unteren Humerusepiphyse auf dem vorderen scharfen Rande des Diaphysenendes.“ (Nach meiner Ansicht ist eben das Anwachsen, Dünnerwerden, dieses Endigen des Nervenstammes an der Bruchkante nur die Folge einer zunehmenden Dehnung des Nerven über die Kante während der Frakturheilung.

Radialislähmung ohne Herabsetzung der Sensibilität. Faradische Erregbarkeit der Radialmuskeln aufgehoben. — Unter täglicher Anwendung der Massage und des galvanischen Stromes erwachte die willkürliche Bewegung nach 18 Tagen zuerst im Supinator, nach 28 Tagen in allen andern Muskeln. Die faradische Erregbarkeit blieb aber noch lange aus. — Eine spätere Untersuchung ergab, daß der überwuchernde Callus resorbiert war, daß die dislocierten Fragmente nicht vollkommen reponiert waren, das untere Ende des Humerusschaftes vor dem unteren Fragment nach vorn offen herabragt. Diese Prominenz hemmte die Beugebewegung im r. Winkel. — Deanesly fügt dem Fall hinzu, daß unglücklicherweise die genaue Zeitangabe über den Eintritt der Lähmung fehlt, gibt aber die Möglichkeit ihres baldigen Eintretens nach dem Unglücksfall zu. Möglicherweise sei sie übersehen worden. Der anatomische Befund der nach vorn typisch aufgeklappten Epiphysenfraktur mit Übertreten des oberen Fragments mußte den Radialnerv am unteren Ende seiner Spiraltour treffen und wie in den Fällen Tinotti und Claus überdehnen.

21. Deanesly, British medical Journal. 1893, 17. June, S. 1260, — Alter 8 Jahre. — Epiphysenlösung am unteren l. Humerusende durch Fall von einem Tor. — Unvollkommene Reposition der dislocierten Fragmente, Winkelschiene. Nach 4 Tagen wurde complete motorische Radialislähmung entdeckt, keine Anästhesie. Die Muskeln verloren ihre Reizbarkeit mit faradischen Strom, behielten aber die für galvanischen. — Tägliche Behandlung mit beiden Stromarten. — Besserung begann im Supinator 7 Wochen nach der Verletzung, war vollständig in allen Muskeln nach einem weiteren Monat. Die Frakturheilung war bei starker Callusbildung eine gute. — Die Dislocation der Frakturrenden, das Auftreten der Paralyse 4 Tage nach der Verletzung sprechen für die Zwischenstufe. Deanesly selbst legt der Nervencompression durch Callus keine wesentliche Bedeutung in diesen wie in den meisten anderen Fällen bei.

22. Trendelenburg (1894), nach Riethus Fall 8. — Alter 25 Jahre. — Schlosser, Fall vom Rade. — Subcutane Fraktur in der Mitte. — Motorische Paralyse im Verlauf der 2. Woche beim Verbandwechsel bemerkt. Anästhesie und Parästhesie am Handrücken, Daumen und Zeigefinger. — Operation nach 115 Tagen. Dislocation der Fragmente. Die Nervenenden verlieren sich im Callus. Nervendefekt. — Lysis. Anfrischung der Nervenstümpfe, Verkürzung des Humerus durch schräge Durchtrennung und Verschiebung. Nerven- und Knochennaht — Erfolg positiv: Nach 5½ Monaten Streckung der Hand angedeutet, nach 8 Monaten Streckung der Finger, nach 10 Monaten des Daumen.

23. Thiersch (1894), nach Riethus Fall 12. — Alter 15 Jahre. — Holzbildhauer, geriet mit r. Arm zwischen Treibriemen und Welle, angeblich zweimal im Bogen herumgeschleudert. — Schrägbruch der r. Humerusdiaphyse annähernd in der Mitte, in der Richtung von außen oben nach unten innen. — Sofort nach der Verletzung bedeutende Schwellung und Schmerzen der Hand. Am 14. Tage tritt eine ausgesprochene motorische Radialisparalyse in Erscheinung, die bedeutende Dislocation der Humerusfragmente wird corrigiert, doch bleibt eine Verschiebung des unteren Fragmentes nach außen und oben bestehen, ebenso die Paralyse. Nach 16 Tagen wurde beim Wechsel der Gipsschiene eine mit Taub-

heitsgefühl an der radialen Seite des Handrückens einsetzende Radialisparese bemerkt, die innerhalb 3 Tagen im motorischen Teil vollkommen wurde, die Sensibilität blieb ebenfalls herabgesetzt. — Aufsuchen des Nerven  $1\frac{1}{2}$  Monate nach der Verletzung; derselbe ist in der Nähe des Callus auf 1,5 cm Länge in derb-fibröses Bindegewebe eingebettet und damit an die prominente äußere Kante des oberen Fragmentes fixiert. — Lysis, Resektion der Knochenkante; Verlagerung des vorsichtig aus dem narbigen Bindegewebe ausgelösten Nerven in weiches Muskelgewebe. — Erfolg positiv: Nach 2 Monaten deutliche Besserung, fernere Nachrichten fehlen. — Klassisches Beispiel der allmählich zunehmenden Überdehnung des Nerven über die dislocierten Bruchenden (schon gleich nach der Verletzung in schwacher Andeutung vorhanden), gehört zur Zwischenstufe.

24. Goldstein, D. Z. f. Ch. 1895, S. 582. — Mann, Hufschlag gegen den r. Arm. — Querfraktur in der Mitte, Absprengung von Knochensplintern nicht nachweisbar; lateralwärts eine kleine Höhlenwunde, ohne sofortige Lähmung. — Nach 16 Tagen traten unter heftigen Schmerzen die ersten motorischen Lähmungserscheinungen auf; nach 1 Monat vollständige Paralyse trotz Schienenextensionsverbandes; Fraktur mit starkem Callus geheilt. — Trotz täglicher Massage und Elektrizität nimmt die Atrophie der radialen Muskeln stetig zu. Operation 1 Monat nach Eintritt der Lähmung,  $1\frac{1}{2}$  Monate nach dem Unfall: Nerv vollständig vom Callus umwuchert, schon oberhalb dieser Einschlußstelle stellt der Nerv einen bandförmigen, plattgedrückten Strang von rötlichem Aussehen dar, auf elektrische Reizung läßt sich noch schwache elektrische Zuckung der Extensoren erzielen. — Lysis aus dem Callus und Dehnung des Nerven. — Erfolg positiv: Nach 14 Tagen Besserung, nach 4 Wochen alle Bewegungen schwach möglich, nach  $3\frac{1}{2}$  Monaten vollkommene Heilung. — Goldstein erklärt diesen Fall als sekundäre Form, doch handelt es sich meiner Meinung nach um eine Zwischenstufe, da die Lähmung schon vor der Consolidation, aber nicht sofort nach der Verletzung auftrat und zwar unter heftigen Schmerzen am 16. Heilungstage, der anatomische Befund des bandförmigen, rot verfärbten Nervenstranges schon oberhalb der Knochenwucherung ebenfalls für eine ausgedehnte Überstreckung spricht.

25. Derselbe, citat loco. — Mann, Fall auf linken Arm. — Subcutane Fraktur im mittleren Drittel ohne sofortige Sensibilitäts- oder Motilitätsstörung. — Bei Abnahme des Schienenverbandes nach 3 Wochen ist die Fraktur mit starker Callusbildung geheilt, besonders an der hinteren äußeren Seite ein starker Knochenvorsprung fühlbar. — Deutliche motorische Radialisparalyse. — Tägliche elektrische und mechanische Behandlung erfolglos. Operation 7 Wochen nach dem Unfall: Der Nerv verläuft abgelenkt über einen walnußgroßen Callusvorsprung. Die direkte Reizung des abgehebelten Nerven mittels starken faradischen Stromes löst, wie im vorigen Fall, eine schwache, aber deutliche Zuckung aus. — Lysis. Durch Etageennaht erhält der Nerv ein Bett, in dem er so liegt, daß eine nochmalige Störung der Nervenleitung unmöglich ist. — Erfolg positiv: Nach 14 Tagen die ersten willkürlichen Bewegungen, nach 1 Monat Streckung des Handgelenkes, der Finger möglich, nach 2 Monaten vollständige Heilung. — Eintritt der Lähmung unbestimmt während der Heilung, wahrscheinlich Folge der langsam zunehmenden Überdehnung über den Knochenvorsprung.

26. Derselbe, D. Z. f. Chirurgie. 40. Bd., 6. Heft. 1895. — 1. Juni 1891: Mann, verletzt vor 1 Stunde durch Hufschlag. — Querfraktur des Humerus in der Mitte, Knochensplitter nicht nachweisbar. An der lateralen Seite eine kleine, runde Wunde mit gequetschten Rändern, in eine blut-erfüllte Höhle führend. Motilität und Sensibilität vollkommen erhalten. — Nach Wunddesinfektion und Verband kam der Arm auf Volkmanns Schiene. Am 17. Juni (nach 16 Tagen) Wunde bis auf eine kleine granu-lierende Stelle geheilt, knöcherne Vereinigung noch nicht eingetreten. Ver- band nach Désault. Patient klagt über heftige Schmerzen; erste Zeichen einer Radialisparese. Am 18. Juni lassen auf Schienen- extensionsverband die Schmerzen wieder nach; Streckung der Finger wieder etwas möglich, aber unvollkommen. 1. Juli: Fraktur mit starker Callusbildung geheilt, Wunde bis auf erbsengroße Stelle vernarbt. Vollkommene motorische Radialisparalyse; auf starke elektrische Reize re- agieren die Radialismuskeln nur undeutlich. — 14tägige Massage und Elektrisierung hat auf die Lähmung gar keinen Einfluß. Vom Nerven aus läßt sich auf beide Stromesarten eine Zuckung nicht mehr erzielen. Die Mus- keln ergeben bei direkter Galvanisation EaR. Operation: Der Stamm des Nerv. rad. findet sich in der Tricepsgegend stark nach vorn verlagert als bandförmiger, plattgedrückter Strang von rötlichem Aussehen. Distalwärts verliert sich der Nerv in dem Callus, der ihn allseitig umschließt. — Aus- lösung des Nerven aus seinem Bette, Nervendehnung. — Bei sofort nach der Operation vorgenommener elektrischer Reizung erfolgt schwache Zuckung in den Extensoren. Nach 14 Tagen Besserung; nach 4 Wochen sind die willkürlichen Bewegungen sämtlich, wenn auch noch schwach, wiedergekehrt. Anfang November (4 Monate nach der Verletzung) Heilung vollkommen. — Goldstein faßt diesen Fall als sekundär auf, weil die Lähmung erst 14 Tage nach der Verletzung entstanden und der Nerv in comprimie- rendem Callus eingeschlossen sei, weil also „Complicationen, die mit der Heilung der Fraktur in Zusammenhang stehen, die Lähmung veranlaßt haben und nicht direkte Folgen des Knochenbruchs durch Nerven- läsion“. Ich zähle ihn zur Zwischenstufe, weil nach 14 Tagen bei Eintritt der Lähmung die Fraktur durch Callus noch nicht fest geworden, sondern die Bruchenden noch beweglich waren, weil die damals auftretenden Schmer- zen so recht das Bild der zunehmenden Nervenüberdehnung über die im wackligen Désault-Verband wahrscheinlich dislocierten Bruchenden ein- leiteten, weil auf den Extensionsverband sofort eine vorübergehende Besserung folgte. Auch die Gestalt des bloßgelegten Nerven spricht für das Ausziehen über Knochenkanten. Der Callus ist erst sekundär um ihn gewuchert.

27. Neugebauer, Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 15. 1896. S. 486. — Alter 19 Jahre. — Fabrikarbeiter, Maschinenverletzung des ganzen Armes zwischen rotierendem Cylinder und sich aufwickelndem Pappendeckel. — Subcutaner Schrägbruch vom äußeren Condylus nach der Innenseite des Humerus aufwärts mit starker Quetschung der Weichteile. — Der Arm kann nach der Verletzung nicht mehr bewegt werden, schmerzt heftig; Zeichen einer teilweisen motorischen Radialisparese sofort deutlich; nach 24 Stunden vollkommene motorische Lähmung; keine Sensibilitätsstörung. — Operation 11 Wochen nach Consolidierung der Fraktur, 16 Wochen nach der Verletzung: Nerv verdickt in Narbenmasse eingebettet, durch diese mit

dem darunter liegenden Callus verwachsen. — Lysis. — Erfolg positiv: Nach  $1\frac{1}{2}$  Wochen Besserung der Beweglichkeit, nach 9 Monaten aktive Beweglichkeit der Hand und Finger normal. — Zwischenstufe.

28. Neugebauer, Beiträge zur klin. Chirurgie. Bd. 15. 1896. S. 483. — Alter 10 Jahre. — Knabe. — Complicierte Fraktur. Pseudoarthrose. — Complete Radialislähmung. — Operation 22 Tage nach Verletzung: Nerv an der Frakturstelle auf eine Strecke degeneriert. — Lysis, Excision der degenerierten Nervenstrecke, Resektion der Bruchenden, Auffrischen der degenerierten Nervenenden, Nervennaht. — Erfolg positiv: Nach  $2\frac{1}{2}$  Monaten keine Regeneration, nach  $2\frac{1}{2}$  Jahren völlige motorische Restitution (berichtet von Wölfler). — Der Eintritt der Lähmung ist unklar, gehört wahrscheinlich zur Zwischenstufe.

29. Trendelenburg (1897), nach Riethus Fall 13. — Alter 20 Jahre. — Handarbeiter, in eine Centrifuge mit l. Arm geraten; dieser wurde ihm über den Kopf geschleudert. — Complizierte Fraktur des l. Humerus zwischen mittlerem und oberem Drittel. N. radialis ist nicht verletzt, Reposition der stark dislocierten Fragmente. — Reaktionsloser Verlauf in den nächsten 14 Tagen. — Freilegung des Nerven 25 Tage nach der Verletzung ergab Verschiebung desselben über eine scharfe Kantenkante hinweg nach vorn; er ist hier verdünnt, bläulich durchscheinend. — Lysis, Resektion der Kantenkante; Verlagerung des vorsichtig aus dem narbigen Bindegewebe ausgelösten Nerven in weiches Muskelgewebe. Die Loslösung des Nerven gelingt erst nach nochmaliger Frakturierung. — Erfolg positiv: Nach 14 Tagen Besserung der Sensibilität, Wiederbeginn der motorischen Funktion 69 Tage nach der Lysis. Nach Jahresfrist vollkommene Heilung. — Klassisches Beispiel der allmählich zunehmenden Überdehnung des Nerven über die dislocierten Bruchenden (schon gleich nach der Verletzung in schwacher Andeutung vorhanden), gehört zur Zwischenstufe.

30. Trendelenburg (1897), nach Riethus Fall 10. — Alter 18 Jahre. — Bäcker, Fall auf den l. Arm unter umstürzendem Brotwagen. — Subcutane Querfraktur des l. Humerus etwas oberhalb der Mitte, starke Dislocation der Fragmente nach der Seite: das untere Fragment ist nach innen, das obere nach außen verschoben. Deutliche Crepitation und abnorme Beweglichkeit. Motilität und Sensibilität überall normal. — Nach 3 Tagen treten die ersten Lähmungserscheinungen in Form von „Ameisenkribbeln“ am Dorsum der ersten 3 Finger auf. Nach 15 Tagen motorische Radialisparalyse, fast vollständige Anästhesie am Rücken der ersten 3 Finger, Verminderung der Sensibilität am Dorsum manus. — Bloßlegung des Nerven am 19. Tage nach der Verletzung: Er läuft fast rechtwinklig abgelenkt über die vorspringende Kante des oberen Fragmentes, er ist an der Druckstelle durchscheinender, schmaler. — Lysis und Abmeißelung der Kantenkanten. — Erfolg positiv: Am nächsten Tage kehrt das Gefühl in den anästhetischen Bezirken wieder; am drittnächsten Tage ist auch die Extension der Finger und Hand vollkommen möglich, wenn auch noch 1 Monat lang schwächer wie r. — Klassisches Beispiel der allmählich zunehmenden Überdehnung des Nerven über die dislocierten Bruchenden (schon gleich nach der Verletzung in schwacher Andeutung vorhanden), gehört zur Zwischenstufe.

31. Trendelenburg (1898), nach Riethus Fall 9. — Alter 5 Jahre. — Knabe, Fall von einem Wagen. — Bruch des l. Oberarm dicht über



den Condylen. — Nach Abnahme des Verbandes totale motorische Paralyse. — Operation 8 Wochen nach Verletzung: N. rad. durch einen Callustumor am Epicondyl. extern. stark gedehnt, nicht in narbige Verwachsung eingebettet. — Abmeißelung des Callus. — Erfolg positiv: Teilweiser Rückgang der Lähmung nach 8 Tagen. Nach  $2\frac{1}{2}$  Monaten Motilität wieder vollkommen. — Unklar, ob es sich um eine primäre oder sekundäre Lähmung handelt, weil diese erst nach Wochen bemerkt worden ist. Das Wahrscheinlichste ist auch hier Überdehnung durch dislocierte Fragmente, welche später durch Callus umwuchert als Tumor imponierten, gehört also wie der folgende Fall zur Zwischenstufe.

32. Trendelenburg (1898), nach Riethus Fall 11. — Alter 17 Jahre. — Müller, am r. Arm durch Transmission mehrmals herumgeschleudert. — Bruch des r. Oberarms in der Mitte. — Bei Abnahme des Verbandes nach 4 Wochen totale motorische Radialisparalyse. Voluminöser Callus in der Mitte des Humerus, mit leicht nach vorne convexem Winkel, ohne Verkürzung. Sensibilität in einem kleinen Dreieck am Rücken des Metacarp. I und II ganz wenig herabgesetzt, sonst normal. — Operation  $2\frac{3}{4}$  Monate nach der Verletzung: Nerv in festes Narbengewebe an dem stumpfen Winkel der Fragmente eingebettet und durch die Prominenz des Knochens comprimiert. Unterhalb dieser Stelle ist der Nerv dicker wie oberhalb, an der Compressionsstelle selbst ist er bandartig verdünnt. — Resektion des verdünnten Nerven auf 6 cm Länge. Verkürzung des Humerus durch Resektion um 5 cm behufs Naht der Nervenstümpfe. — Erfolg positiv: Sensibilität nach 1 Monat fast normal, nach  $5\frac{1}{2}$  Monat Streckung der Hand möglich. — Gehört wie vorhergehender Fall zur Zwischenstufe.

33. Kramer, Beiträge zur klinischen Chirurgie. 1900. Bd. 28, Heft 2. — Alter 20 Jahre. — Pflasterer, durch Ausgleiten auf der Treppe. — Subcutane Fraktur des l. Oberarms. — Nach 6 Tagen für 4 Wochen Schienenverband. Heilung der Fraktur 5 Wochen nach Verletzung mit beträchtlichen Callusmassen in der Mitte. Das unterere Bruchstück nach außen dislociert, daher Oberarm nach dieser Richtung convex. Deutliche motorische Paralyse nach der Heilung constatiert. Complete EaR., geringe Atrophie der Extensoren. — 6 Wochen nach Verletzung Bloßlegung des Nerv. radialis unterhalb der Bruchstelle; er zeigte sich ziemlich stark zwischen den beiden Frakturenenden eingekeilt, indem das untere spitze ihn gegen das obere andrückt; unterhalb der Compressionsstelle ist er etwas verdickt, hyperämisch. — Lysis, Abtragung des unteren Bruchendes mit Meißel. — Erfolg positiv: Erste Besserung nach 2 Monaten beim Elektrisieren; nach 2 weiteren Monaten konnten leichte Arbeiten verrichtet werden.  $\frac{1}{2}$  Jahr nach der Operation konnte Patient arbeiten wie vorher; Oberarm nach außen convex, wie oben angegeben. Funktion der radialen Muskeln normal bis auf leichte Schwäche der Extensoren vom 3. u. 4. Fingnr. Dynamometer l. = 110, r. = 90. Sensibilität normal. Mäßige Herabsetzung der Erregbarkeit der Radialmuskeln am r. Unterarm, keine EaR. — Entstehung der Lähmung unklar, wahrscheinlich allmähliche Überdehnung des Nerven über das untere Bruchende mit späterer Calluswucherung (Zwischenstufe).

34. Küttner, Beiträge zur klinischen Chirurgie. Bd. 28. S. 832. 1900. — Bur, verwundet von einem auf ca. 100 m Entfernung krepierenden Shrapnell. — Splitterbruch des Humerus mit steckengebliebenen

Kugelteilen. Biegungsbruch an der Grenze des mittleren und unteren Humerus, mehrfach sehr spitze Knochenkanten. — Eiterung. Sekundäre Radialislähmung. Consolidation der Fraktur nach 5 Wochen. — Nerv in Narbenmassen eingebettet. — Lysis und Verlagerung des Nerven. — Erfolg negativ. — Nach dem Röntgenbild (Taf. 24, Fig. 31) wahrscheinlich allmähliche Überdehnung des Nerven über die stark seitlich übereinander verschobenen Bruchstücke. (Zwischenstufe.)

Reisinger (bei Göschel, städt. Krankenhaus in Nürnberg), Beiträge zur klinischen Chirurgie. 36. Bd., Heft 3. S. 624. — Mann, nach vorne zu Boden gestürzt, brachte den rechten Arm unter einen Fahrstuhl. — Bruch des rechten Oberarms am Übergang des mittleren zum unteren Drittel. — Extensionsverband. Bei Verbandabnahme nach 19 Tagen wurde Radialislähmung gefunden. Ob diese schon unmittelbar im Anschluss an den Unfall bestanden hat, weiß Patient nicht anzugeben. Elektrische Behandlung blieb erfolglos. 34 Tage nach der Verletzung fand sich dicke Calluswucherung im unteren Drittel, das Ellenbogengelenk ist im stumpfen Winkel wenig beweglich, erheblich geschwellt. Die Sensibilität ist im Bereich des Nerv. radialis im allgemeinen herabgesetzt, an der Streckseite des Metacarpus I und II aufgehoben in einem 2 cm breiten Bezirk. Das Röntgenbild ergibt Schrägbruch. Radialis reagiert weder auf faradischen noch auf galvanischen Strom. — Operation 40 Tage nach der Verletzung ergibt feste Verwachsung des rötlich verfärbten, plattgedrückten Nerven mit dem Callus auf 5 cm Länge an der Außenseite des Oberarms im unteren Drittel. Die Bruchenden sind ineinander verschoben. — Die Lysis gelingt nur durch Abmeißeln des Callus und nachträgliche Lösung der am Nerven anhaftenden Knochenanteile. Wegen der möglichen Gefahr einer Callusumwucherung des Nerven wird die ganze Callusmasse quer durchmeißelt, die Frakturrenden werden angefrischt, durch 2 Silberdrahtnähte in reponierter Stellung fixiert, der Nerv wird in eine Spalte des M. triceps verlegt, der Muskellappen durch Seidennähte darüber gedeckt. Pappschienenverband, später Gipschanfschiene und Desaultverband. 7 Tage nach der Operation beginnt unter Fieber reichliche Sekretion bläulichen Eiters. 58 Tage nach der Operation granuliert die Wunde gut, die ersten aktiven Streckbewegungen der Hand sind möglich. 12 Wochen nach der Operation wurde Patient mit einer kleinen Wundfistel, starker Calluswucherung im unteren Drittel des Humerus entlassen. Die Sensibilitätsstörung war unverändert, die Lähmung nicht weiter gebessert. — Erfolg positiv: 11 Monate nach der Operation ist der Patient vollkommen frei von Beschwerden. Hand vollkommen beweglich, zu jeder Beschäftigung brauchbar. — Dieser Fall zählt entweder zu den unerkannten primären Lähmungen, oder ist der Zwischenstufe beizurechnen. Nicht die starke Verwachsung des Nerven mit dem Callus ist für die Beurteilung maßgebend, wie Reisinger meint, sondern die Beobachtung der Lähmung 19 Tage nach dem Unfall, die ausgedehnte Verfärbung und platte Form des Nerven, so weit er über den Callus der verschobenen Bruchenden hinwegzieht, sprechen für die langsame Überdehnung, welcher die Verwachsung erst nachfolgte.

Interessant ist es, daß trotz profuser Eiterung die Nervenfunktion vollständig wiederkehrte. Reisinger selbst aber legt auch besonderen Wert auf strengste Asepsis, ferner auf Einlagerung des isolierten Nerven

in eine Muskelfurche, oder nach Schede in transplantiertes subcutanes Fett. Bei primären Lähmungen redet er der Operation das Wort, wenn die Lähmung sich in einiger Zeit steigert oder längere Zeit still steht; die sekundären Lähmungen erfordern wohl immer einen operativen Eingriff. Für eine Beschleunigung der Operation in allen Fällen sprechen nach seiner Ansicht, der ich vollkommen beistimme, die günstigen, oft sehr raschen Erfolge des operativen Verfahrens gegenüber den langwierigen und zweifelhaften Resultaten der mechanischen und elektrischen Behandlung. — Im vorliegenden Falle sehe ich allerdings den Grund nicht ein, warum die geheilte Fraktur durchmeißelt wurde; denn die Gefahr einer abermaligen Callusverwachsung ist bei Einbettung des Nerven in ein weiches Gewebe sehr gering. Das Wesentliche für das Zustandekommen der Lähmung ist überhaupt nicht die Verwachsung mit dem Callus, sondern die andauernde Ausziehung des Nerven über die Bruchenden.

### III. Sekundäre Lähmungen.

1. Nélaton, *Gaz. des hôpit.* 1857, p. 195 (1837 beobachtet). — Alter 30 Jahre. — Mann. — Complicierte Fraktur in der Mitte, Pseudarthrose. — Heftige Schmerzen im ganzen Verlauf des N. rad. bei Annäherung der Fragmente gegeneinander. — Operation nach 16 Monaten. Interposition des Nerven. — Vorsichtige Auslösung des Nerven, Resektion der Bruchenden. — Nach 4 Wochen befand sich Patient auf dem Wege der Heilung. — Sekundäre Interposition.

2. Ollier (1869), *Revue de Chirurgie*. Tome IV. 1884. p. 209 und *Traité des résections*. Paris 1889. Tome II. p. 164; ferner Thèse de Durand: *Causes et traitemens des pseudarthroses*. Paris 1870. — Alter 30 Jahre. — Mann, Maschinenverletzung. — Bruch des l. Oberarmes in der Mitte, mit kleiner Wunde an der hinteren Seite. Die Wunde schloß sich in 4 Tagen. — Pseudarthrose. Patient trug vom Tage der Verletzung bis zum Eintritt in das Krankenhaus nie einen immobilisierenden Verband außer einer Binde, welche vom Ellenbogen bis zur Schulter reichte. Die Bewegungen im Ellenbogengelenk, besonders die Beugung, sind schmerzhaft. Druck auf einen Punkt 10 cm oberhalb des Condyl. extern., an der Außenseite etwas nach hinten gelegen, löst lokale Schmerzen aus, welche vom Kranken mit Messerstichen verglichen werden und die weder nach der Schulter noch nach der Hand ausstrahlen. 3 cm oberhalb dieses Punktes, der alten Narbe entsprechend, fühlt man das obere Ende des unteren Fragmentes, welches nach außen und hinten vorspringt, während das obere Fragment nach vorn und innen undentlich verlagert ist. Der beträchtliche Zwischenraum ist mit weichem Gewebe erfüllt, so daß es unmöglich ist, beide aufeinander zu stoßen. Beide Bruchenden sind verdickt, besonders das untere, welches unmittelbar mit der Haut in der Narbengegend verwachsen ist. — Nach 40 Tagen wurde Friktion der Bruchenden unter heftigem Schmerz an der Bruchstelle und dem Gefühl vom Ameisenlaufen im Unterarm ausgeführt. Die Folge war totale motor. und sensible Paralyse des N. radialis. Nach 4 Monaten wegen noch bestehender Pseudarthrose und Paralyse Operation: Nerv vom unteren Fragment „angehakt“, samt einer dicken Muskelschicht zwischen den Bruchenden gelagert. — Auslösung des Nerven,

Resektion der Bruchenden, V-förmiges Anfrischen der Knochenenden, Metallnaht derselben. — Trotz intercurrenter Phlegmone des Armes 40 Tage nach der Operation vollkommene Heilung der Lähmung und Fraktur, 68 Tage nach der Operation. Tod 5 Monate später an Variola; Autopsie: Fraktur durch periostalen Callus konsolidiert, Nerv in normaler Lage. — Sekundäre Lähmung durch Reiben (möglicherweise durch Anhängen) der Fragmente an dem wahrscheinlich schon primär interponierten Nerven. — Der anatomische Befund gibt die für Frakturen in und unterhalb der Mitte typische Dislocation des unteren Fragmentes nach außen hinten und oben, damit aber auch die Wahrscheinlichkeit einer Berührung des dort hinten vorbeilaufenden Nerv. rad. Dieser wird in typischer Weise über die Kante des Fragments hinwegziehen und ihm dicht anliegend verwachsen. So läßt sich ganz natürlich das „Anhängen“ als schon während der Frakturheilung (als Zwischenstufe) entstanden erklären. Erfolgt Friktion der Frakturenden, so wird natürlich der dazwischen liegende Nerv gedehnt und gequetscht.

3. Ogston, Brit. med. Journ. Apr. 21, 1877. p. 486. — Complicierte Fraktur in der Mitte mit starker Zerreißen und Quetschung der Muskeln. — Nach der Heilung stellte sich bald Paralyse des Nerv. rad. mit rascher Atrophie ein. — Operationsbefund: Der Nerv verschwand an der freigelegten Bruchstelle in der Substanz des Knochens und erschien wieder auf der anderen Seite weiter abwärts. — Aufmeißelung des Knochens; der Nerv fand sich gerade durch die Markhöhle des Knochens liegend nicht durchtrennt vor, aber bis auf  $\frac{1}{3}$  seines Volumens verdünnt. Auslösung, Anheftung an Triceps. — Nach Abschluß der Beobachtung noch kein Erfolg zu bemerken. — Sekundär.

4. Thiersch, Fall 14 nach Riethus, 1880. — Alter 42 Jahre. — Handarbeiter, von Transmissionsriemen am r. Arm herumgeschleudert. — Complicierte Fraktur des r. Oberarms in der Mitte. — Humerusfraktur, zeigte nach 4 Wochen geringe Pseudarthrose und Fistel, aus welcher 2 Sequester entfernt wurden; nach 1 Jahr wurde vollkommene Consolidation der Fraktur bei totaler motorischer Radialisparalyse gefunden, zwei Fisteln führten in der Mitte der hinteren Fläche des Oberarmes auf freiliegenden, noch nicht gelösten Knochen; keine wesentliche Dislocation. Sensibilität scheint erhalten zu sein. — Operation 13 Monate nach Verletzung: N. rad. in starker schwieliger Narbe, weiter oben in Callus eingeschlossen, comprimiert. — Lysis; zwei Sequester und Callus ausge-meißelt. 40 Tage nach der Operation noch kein Erfolg. Weiterer Beobachtung entzogen. — Sekundär, der Nerv wahrscheinlich durch Sequesterbildung und Pseudarthrose überdehnt.

5. Trélat, Gaz. hebdom. 1891. Nr. 11. S. 122. — Alter 8 Jahre. — Knabe, Fall auf dem Arm. — Oberarmfraktur im unteren Drittel. — Nach 5 wöchentlichem immobilisierenden Verband war die Fraktur geheilt; eine gewisse Steifheit im Handgelenk wurde durch Bäder, Massage bekämpft; erst nachher wurde eine Paralyse der Extensoren constatiert. Der Callus war sehr umfangreich, weil die Fragmente aufeinander ritten. Sobald man das nach außen vorragende untere Ende des oberen Fragmentes gerade oberhalb und vor dem Epicondylus berrührte, äußerte der Patient lebhaften Schmerz, der an keinem anderen Punkte ausgelöst werden konnte. Die Muskulatur des Unterarmes war atrophiert. — Operation 2 $\frac{1}{2}$  Monate

nach der Verletzung: Der Nerv wird durch reichlich entwickelten Callus comprimiert. — Lysis. — Erfolg positiv: Vollständige Funktionsfähigkeit tritt allmählich ein. Einige Jahre später errang der Patient sogar einen Turnerpreis. — Angeblich sekundäre Form, kann aber auch zur Zwischenstufe gerechnet werden, weil die schon eher beobachtete Steifheit im Handgelenk doch möglicherweise eine Folge der beginnenden Radialislähmung ist. Interessant ist auch die Ähnlichkeit der Dislocation mit derjenigen in den Fällen Finotti und Claus. Der Schmerzdruckpunkt außen an der Dislocationsstelle spricht entschieden dafür, daß hier der Nerv gedehnt über den Knochenvorsprung verlief.

6. Moullin, The Lancet. June 24, 1893. S. 1516. — Alter 28 Jahre. — Juwelenhändler, von einer Tramcar geschleift. — Complicierte Fraktur des 1. Oberarms an der Vereinigung des mittleren und unteren Drittels. Der Triceps war fast durchtrennt, doch der Knochen nicht gesplittet. Außerdem war der Radius in der Mitte gebrochen. — Nach reinlicher Wundversorgung kam der Arm auf eine Winkelschiene. Nach 50 Tagen waren die Wunden geheilt, doch bestand Pseudarthrose am Oberarm. Nach  $2\frac{1}{2}$  Monaten bestand derselbe Befund: das untere Fragment lag vor dem oberen und rieb sich an ihm. —  $5\frac{1}{2}$  Monate nach der Verletzung wurden durch Incision die Frakturen abgerundet und glatt befunden; beide wurden in Hautwunde gedrängt, subperiostal angefrischt, mittelst Draht vereinigt. Hierbei kam der Radialnerv nicht zu Gesicht. Gipsverband.  $1\frac{1}{2}$  Monat nach dieser ersten Operation wurde die Hülse entfernt, die Fraktur war fest geworden. Etwas Versteifung im Hand- und Ellenbogengelenk wurden durch Massage behandelt. 3 Monate nach der Operation bemerkte Patient etwas Kräfteabnahme in den Extensoren der Hand und Finger.  $4\frac{1}{2}$  Monate nach der Operation war durch stetige Zunahme die Radialislähmung complet, auch die Sensibilität war vermindert. Starke Calluswucherung war zu fühlen. Eine Probeincision ließ erkennen, daß nur völlige Resektion der geheilten Bruchenden ein Resultat erwarten ließ; doch wurde hiervon abgesehen. —  $11\frac{1}{4}$  Monate nach der Verletzung wurde der Nerv aufgesucht, welcher auf größere Strecken durch narbige Adhäsionen verändert war. Ein mehr als 2 Zoll langes Stück dieser Narbe wurde ausgeschnitten und durch einen Hundeischiadicus ersetzt. — Erfolg: motorisch negativ, sensibel sehr zweifelhaft. — Der Fall ist in bezug auf Entstehung und Eintritt der Lähmung unklar, jedenfalls war sie nicht durch den Unfall, auch nicht durch die Pseudarthrose verursacht. Möglicherweise hat der Callus nach der ersten Operation sekundär den Nerven vernichtet.

7. Deanesly, British med. journ. 17. Juni 1893. p. 1260. — Alter 13 Jahre. — Doppelte Humerusfraktur links. Die obere Fraktur hatte ihren Sitz da, wo der Radialnerv hinter dem Knochen anliegt („musculospinale groove“), also wahrscheinlich im mittleren Drittel. — Nach der Frakturheilung zeigte sich Radialislähmung („wrist-drop“, hängende Hand). Der Triceps war nicht gelähmt. — Bei der Operation fand man den Nerven zwischen zwei Streifen (Firsten) erhöhten, neugebildeten Knochens liegen, adhären mit dem Periost. — Lysis. — Rasche Wundheilung, aber noch 2 Jahre später bestand die Lähmung fort, ausgenommen im Supinator longus, welcher schwach arbeitete; vollkommene Reaktionslosigkeit gegen beide Stromesarten. — Deanesly zählt diesen Fall zu den sekundären,

bei Umwucherung von Callus vorkommenden. Möglich wäre es, daß die beiden hervorragenden Knochenleisten, zwischen welchen der Nerv lag, die durch Callus vergrößerten Frakturenenden waren, über welche der Nerv auf lange Strecke langsam ausgedehnt wurde. Der Eintritt der Lähmung ist unbestimmt. Deanesly selbst teilt die Fälle von Nervencomplicationen bei Frakturen in 2 Klassen: 1. solche, bei welchen der Nerv gleichzeitig mit der Fraktur verletzt worden ist, 2. solche, bei welchen die Complication von seiten des Nerven erst später auftrat. Bei der ersten Gruppe kann der Nerv durch dieselbe Gewalt verletzt sein wie der Knochen, oder zur Zeit des Unfalls durch die gewaltsame Frakturedendislocation. Bei der zweiten Gruppe kann der Nerv gestreckt oder langsam durch den Callus an der Frakturstelle comprimiert sein, oder endlich können Nerven (am Unterarm) exponierten Punkten durch Schienen oder Immobilisierungsapparate gedrückt sein. Deanesly gibt für jede Art ein Beispiel. Doch ist bei fast allen der Einfluß der Dislocation möglich. Zu obigem Falle macht Deanesly noch die besondere Beifügung, daß sich gleichwie in einem Ollierschen keineswegs eine Compression des Nerven durch den Callus fand, von welchem er umgeben war (surrounded).

8. Goldstein, D. Z. f. Chir. 40. Bd., 6. Hft. 1895. — 23. Juni 1894: Mann, auf Landpartie gegen einen Baumstamm angerannt, dann mit l. Oberarm am Stamme entlang scheuernd mit Schulter zu Boden gestürzt. — Subcutane Fraktur in der Mitte des l. Oberarms. Keine Sensibilitäts-, keine Motilitätsstörung. — Schienenverband mit Extension angelegt, am 4. Juli Verbanderneuerung ohne Extension (11 Tage nach der Verletzung). Am 15. Juli (nach 21 Tagen) Verbandabnahme: Bruch geheilt mit starkem Callusvorsprung an der hinteren äußeren Seite. Totale motorische Radialislähmung. Mit starken galvanischen Strömen sind noch Zuckungen zu erzielen; doch beginnt die EaR. — Tägliche mechanische und elektrische Behandlung ohne Erfolg; daher Operation etwa 4 Wochen nach der Verletzung: Der Radialnerv verläuft geknickt über einen walnußgroßen Callusvorsprung. Die direkte Reizung des abgelösten Nerven mit starkem faradischen Strom bedingt eine schwache, aber deutliche Zuckung. — Abhebelung des Nerven. Durch Etagnennaht erhält der Nerv ein neues Bett, in welchem er nicht mehr gedrückt werden kann. Schienenverband in rechtwinklig gebeugtem Ellenbogen unter Freilassen der Hand. — Nach rascher Wundheilung kehrt unter Elektrizität und Massage die aktive Beweglichkeit wieder, wenn auch anfänglich schwach. Am 9. September ist Streckung der Hand und Finger möglich. Am 24. Oktober 1894 völlige Heilung. — Diesen Fall als sekundäre Form einreihend, bin ich dem Berichte Goldschmids gefolgt; doch vermisste ich in letzteren eine Mitteilung über Stellung der Hand, Schmerzen während des 24. Junis bis zum 15. Juli, in welchem Zeitraum die anfängliche Extension mit einem einfachen Schienenverband vertauscht wurde. Es ist doch möglich, daß in dieser Zeit eine Dislokation der Fragmente, auf welche der hintere Callusvorsprung hinweist, eingetreten, der Nerv über die Bruchenden, allmählich aber stetig zunehmend, überdehnt worden ist. Dann gehört der Fall zur Zwischenstufe. Dafür spricht auch der typische Operationsbefund.

9. Sterling, Ref. von Goldstein, D. Z. f. Chir. 1895, nach Lancet, 19. November 1892. S. 1161. — Alter 38 Jahre. — Bergarbeiter. — Ober-

armfraktur in der Mitte durch Eisenbahnverletzung. — Nach 5 wöchentlichen Schienenbehandlung wurde die Paralyse des Nerv. radial. bemerkt. Das obere Ende des unteren Bruchstücks stand nach hinten und außen gegen den Verlauf des Radialnerven vor. Die Sensibilität war etwas herabgesetzt. Für 8 Tage wurde ohne Erfolg der faradische Strom angewendet. — Operation nach 6 Wochen: Nerv zwischen Periost und Knochen von Narbengewebe eingeschnürt, aber keineswegs von Callus umwachsen. — Lysis, dem Nerven wurde ein neues Bett zwischen den Muskeln gegeben dadurch, daß diese unter ihm zusammengenäht wurden. — Erfolg positiv: nach 1 Woche die ersten willkürlichen Bewegungen im Handgelenk, nach 3 Wochen alle Bewegungen schwach möglich, nach 2 Monaten vollständige Heilung. — Möglicherweise sekundäre Form, kann jedoch auch spät beobachtete Zwischenstufe sein.

10. Neugebauer, 1896. Beiträge z. klin. Chirurg. Bd. XV. — Alter 18 Jahre. — Handlanger. Vor 9 Jahren 4 Klaffer tiefer Sturz. — Bruch des r. Oberarmes im untersten Abschnitt, vollkommene Heilung und Gebrauchsfähigkeit des Armes nach 3 Monaten wie früher. — 6 Wochen vor Aufnahme in die Wölflersche Klinik vertauscht er den leichten Handlangerdienst in einer Papierfabrik mit dem schweren eines Zulangers beim Bau. Seitdem wachsende Schwäche im r. Arm. Vor 14 Tagen rasch zunehmende Schmerzen in der Ellenbeuge, besonders bei Bewegung. Außerdem Gefühlsabnahme, „Totsein“ in der r. Hand. Patient bemerkte einen schmerzhaften Knochenvorsprung in der Ellenbeuge. — Die Untersuchung ergab: Leichter Grad von EaR der vom Radialis versorgten Unterarmmuskulatur. Die Streckung der Hand und Finger wegen Schmerz langsamer und unausgiebiger. Sensibilität an der Außenseite des r. Oberarmes, an der radialen Seite des Unterarmes, an der Rückseite des Unterarmes, Zeigefingers und Daumens herabgesetzt. Operationsbefund: Verwachsung des im Narbengewebe eingebetteten und verdickten Nerven mit einer 1 cm hohen, leistenförmigen Exostose, welche knapp über die Trochlea nach außen und oben zog. — Innerhalb der nächsten 18 Monate trotz zweimaliger Lysis, Excision der teilweise verkalkten Bindegewebsnarbe, Unterbetten des Nerven mit weichem Gewebe jedesmal innerhalb weniger Monate Rezidiv der Lähmung, nachdem in der Zwischenzeit der Arm vollkommen gebrauchsfähig geworden war. Dann nochmalige Lysis und Narben-Excision, Nerv mit Thiersch-Epithellappen umkleidet. — Erfolg positiv: 9 Monate nach der letzten Operation arbeitet Patient wieder vollkommen ohne Schmerz, ohne Lähmung als Tischler fortdauernd. — Klassisches Beispiel einer wiederholten, wirklich sekundären Lähmung durch Knochenwucherung und Bindegewebsnarbe.

11. Drewitz, Monatschrift für Unfallheilkunde. 1896. Nr. 1. S. 8. — Alter 37 Jahre. — Maschinenführer. — Bruch des linken Oberarms im maschinellen Betriebe einer Ziegelei. — Normaler Heilverlauf bis zur Consolidation. Darauf reißende Schmerzen und vollkommene Lähmung des ganzen Armes, welcher nach Angabe des Patienten 1  $\frac{1}{4}$  Jahre gar nicht bewegt werden konnte. Erst nach dieser Zeit allmähliche Besserung unter Massage und Elektrizität. — 3  $\frac{1}{2}$  Jahre nach der Verletzung noch viele Schmerzen und Zuckungen, Gebrauchsunfähigkeit der l. Armes. Die Messung und Besichtigung ergibt keine Verschiedenheit in der Länge und Dicke der beiden Arme. 9 cm oberhalb des l. Ellenbogengelenkes fühlt man eine deutliche Verdickung des Knochens von 7 cm Länge. Keine Verkürzung, keine

Winkelstellung. Bruchenden im untersten Drittel des Oberarmes vollkommen fest verbunden mit geringer Seitenabweichung des oberen Fragments nach vorn und außen. An der Außenseite der Fraktur fühlt man an der unteren Grenze der erwähnten callösen Verdickung eine scharfe Spitze, welche dem unteren Ende des oberen Fragmentes zu entsprechen scheint; der Bruch verlief augenscheinlich von oben und innen, nach unten und außen. An dieser Spitze besteht große Druckempfindlichkeit mit blitzartigen Schmerzen im Radialisgebiet unter klonischen Zuckungen der Armmuskulatur. Dieselben Erscheinungen werden durch forcierte Bewegungen der Hand, des Armes (Umgreifen mit der Hand, Pronation, Extension und Abduktion) ausgelöst. Die Atrophie und Bewegungsbeschränkung des Armes ist daher eine Folge der ängstlichen Schonung. Gefühl an der Außenseite des Armes abgestumpft, keine Temperaturunterschiede. — Die Operation  $3\frac{1}{2}$  Jahre nach der Verletzung ergibt Einklemmung des Nerven zwischen 2 Knochenspitzen an der Stelle, wo er sich um den Oberarm außen nach vorn schlingt. Die vordere obere Spitze ging vom oberen Bruchende, die hintere untere vom unteren Bruchende aus. Diese Spitzen sind an ihrem freien Ende nicht vereint, sondern lassen eine 2 mm breite Lücke zwischen sich. Der Nerv war auf größere Ausdehnung an dieser Stelle in Bindegewebe eingebettet. Abmeißeln der Knochenspannen, Freipräparieren des Nerven aus dem Bindegewebe. — Erfolg positiv: Aufhören der Schmerzen sofort nach der Operation. Sensibilität nach 3 Tagen schon freier, Lokalisation vom 5. Tage an richtig. Vom 8. Tage ab waren alle Bewegungen der Finger schmerzfrei möglich. Vorübergehende Unfallrente von 50 Proz. — Nach Angabe des Patienten gehört dieser Fall zu den sekundären, der anatomische Befund aber läßt auch eine Auswahl für die Zwischenstufe zu; denn der Nerv ging über die beiden Spitzenkanten der Bruchenden, keineswegs über Callus hinweg, konnte also hier infolge der seitlichen Deviation der Bruchenden langsam überdehnt werden. Wäre sekundär durch Calluswucherung über diese Knochenspitzen ein Knochenkanal für den Nerven entstanden, so hätte man sehr wahrscheinlich wie in ähnlichen Fällen, von Compression durch den Knochenkanal gesprochen. Der Patient kann die in die Heilzeit selbst fallenden ersten Nervenschmerzen für Bruchschmerzen gehalten haben.

12. Bräuninger. Münchener med. Wochenschrift 1900. Nr. 9. S. 290. — Alter 16 Jahre. — Transmissionsverletzung des r. Oberarmes bei einem Knaben. — Die erste Diagnosestellung lautete: Hohe Fraktur des chirurgischen Halses oder Luxation. Unterer Fragment (oder beziehungsweise oberes Ende des Humerus) stand unter der Clavicula an der Grenze des mittleren und äußeren Drittels. Weichteile des ganzen Oberarmes stark gequetscht, fühlen sich breiig an. — Die Einrichtung gelang mühsam beim 3. Versuch unter klappendem Geräusch. Unmittelbar darauf waren alle Bewegungen passiv frei. Schienenbehandlung für kurze Zeit. Erste Symptome der Radialislähmung etwa in 4 Wochen, sicher aber nicht früher, weil schon nach ca. 14 Tagen mit Massage und passiven Bewegungen begonnen wurde. Nach genauer Beobachtung während der ersten Behandlung war direkte Verletzung des Nerven beim Unfall durch Druck des gebrochenen oder luxierten Knochens, durch Quetschung vom Treibriemen oder der Armschiene ausgeschlossen. Befund  $2\frac{1}{2}$  Monate nach der Verletzung: Schulterwölbung etwas atrophisch, in der Achselhöhle leichte Verdickung am Humerus-



ende fühlbar, aber keine Bruchstelle oder Callus. Röntgenbild gibt keine Veränderungen. Streckung im Ellenbogengelenk frei, aber mit wenig Kraft möglich, hauptsächlich der lange Tricepskopf ist funktionsfähig. Unterarm und Hand zeigen typische Radiuslähmung ohne Sensibilitätsstörung, Handrücken geschwollen, die Haut fühlt sich kalt und welk an. Faradische Erregbarkeit aufgehoben; Entartungsreaktion; vom Nerven aus keine Reaktion. — Keine Besserung innerhalb der nächsten 4 Wochen. Operation 6 Monate nach der Verletzung, als äußersten beobachteten Grenze einer möglichen spontanen Heilung: Auslösung des Nerven aus einer langen, festen Narbenschwiele an der Streckseite des Armes oberhalb der Mitte. In der Achselhöhle war der Nerv frei verschieblich. Der Nerv wird mäßig gedehnt. Wundheilung per primam. — Erfolg positiv: Schon nach 6 Tagen stellte sich die Leitung im Extensor carpi radialis et ulnar. wieder her. Am 8. Tage konnte der Daumen etwas abduciert werden; am 10. Tage konnten die Finger etwas gestreckt werden. 7 Monate nach der Operation Kraft im l. Arm 30 kg, im r. Arm 25 kg. Patient, dem vor der Operation eine Dauerrente von 70 Proz. zuerkannt war, bekam später auf kurze Zeit eine Übergangsrente von 20 Proz. — Sekundärer Fall, Einheilung des Nerven in Narbenbindegewebe.

#### IV. Unbestimmte Fälle.

1. Busch, Allgem. med. Centralztg. 1863. S. 725, Ref. Archiv für klin. Chirurg. Bd. 8, Jahresbericht S. 276. — Arbeitsmann. — Schrägfraktur zwischen Mitte und unterem Drittel durch direkte Gewalt. — Nach Abnahme des Gipsverbandes vollkommene motorische Paralyse und sensible Lähmung. — Operation 5 Monate nach der Verletzung: Vom Beginne des Callus nach aufwärts war über dem Nerven eine Brücke von narbenartigem Bindegewebe und eingewebten Muskelbündeln eng überspannt. — Spaltung des Narbengewebes 2 Zoll nach aufwärts, bis der Nerv befreit war. — Erfolg augenblicklich positiv: Sofort konnte Pat. die Hand gegen den Unterarm erheben. Nach 3 Monaten Hand vollkommen funktionsfähig. — Pat. konnte nicht angeben, ob sofort nach der Fraktur oder erst im Verlauf der Heilung die Lähmung aufgetreten ist.

2. Sträter, Deutsche med. Wochenschrift 1880. S. 660. — Nach einer Fraktur des Humerus. — Lähmung des Nerv. radialis; Hand in Flexionsstellung, bedeutende Sensibilitätsstörung. — Operationsbefund: Nerv durch ein fibröses Band eingeschnürt und dauernd gedrückt. — Lysis, Entfernung des einschnürenden Gewebes. — Erfolg positiv: Die sensiblen und motorischen Störungen schwanden.

3. Lannelongue, Bull. de la soc. de Chirurgie. 9. Febr. 1881. S. 155. — Subkutane Fraktur des Oberarmes. — Vollständige Lähmung des Nerv. rad. — Operation nach 3 Monaten. Der Nerv an der Bruchstelle vollständig getrennt, seine beiden Enden verlieren sich in dem fibrösen Gewebe, welches den Callus bedeckt. — Bloßlegen des Nerven, Nerven-naht. — Erfolg negativ. — Dieser Fall kann auch dahin gedeutet werden, daß der Nerv zu einem ganz verdünnten Strang über die Frakturenenden ausgezogen, vollkommen atrophierte zu Bindegewebe.

4. V. Bruns, Deutsche Chir. Lieferung 27. S. 464. 1882. — Alter 6 Jahre. — Knabe, Maschinenverletzung. — Subkutane Fraktur. — Nach 6 Wochen bei Verbandabnahme motorische Paralyse. — Operation nach 1 Jahr, die Nervenenden verlieren sich ganz durchtrennt im Narbengewebe, mit dem Callus verwachsen. — Auslösung der Nervenenden unmöglich. — Erfolg negativ. — Hier ist dieselbe Deutung wie bei Nr. 3 möglich.

5. Lefort nach Boullard, Thèse de Paris. 1884. — Intra-artikuläre Fraktur des Oberarmes am unteren Ende. — Radialislähmung. — Bei Operation mehrere Monate später wurde der Nerv in einem 4 cm langen knöchernen Calluskanal eingeschlossen gefunden. — Lysis nach Abmeißelung des Callus. — Erfolg: Baldige Besserung, Fall nicht weiter verfolgt. — Eintritt der Lähmung unbestimmt.

6. Chaunzy-Puzey (Ref. in Virchow-Hirschs Jahresh. 1889. II. S. 411). Orig.-Abhandlg. British med. Journal. 10. VIII. 1889. p. 309. — 50 Jahre alter Mann. — Fraktur des r. Humerus unterhalb der Mitte durch Fall. — Nach Abnahme der Verbandschienen war die Fraktur geheilt, es ergab sich aber motorische Paralyse, sensible Parese (wrist drop; sensation throughout defective, slight tingling). — Die Muskeln des Unterarmes waren stark atrophiert. Die Nervenstelle oberhalb des dicken Callus an der hinteren Seite des Oberarmes war sehr druckempfindlich. Nachdem Massage und Elektrizität durch mehrere Wochen keinen Erfolg brachten, wurde zur Operation nach 3 Monaten geschritten; Nerv verlief über starken Callus, war an dieser Stelle verdünnt, blaß, hart, weiter unten war er normal dick, von gelber Farbe. Bei Längsschnitt in den verdünnten Nervenabschnitt quoll die Nervensubstanz stark hervor, ein Beweis für die Compression des Nerven nach Chaunzys Ansicht. — Lysis des Nerven auf 4 Zoll Länge aus der Verwachsung mit dem Knochen. — Erfolg positiv: Nach einer Woche zuerst Besserung der Sensibilität, später allmählich der Motilität. Heilung nach 9 Monaten. — Eintritt der Lähmung nicht angegeben; der anatomische Befund spricht für eine Überdehnung des Nerven; der Fall gehört also möglicher Weise zur Zwischenstufe.

7. Stimson, New-York Med. Journ. 1892, 13. August. — Nach Fraktur des l. Humerus. — Radialislähmung zurückgeblieben. — Erste Nervennaht 2 Monate nach der Verletzung resultatlos; nach 11 Monaten Narbengewebe im und um dem Nerven gründlich ausgeschnitten, neue Nervennaht der angefrischten Enden. — Erfolg positiv: 1 Jahr nach der 2. Operation noch keine wesentliche Besserung, dann aber allmähliche Wiederherstellung der Funktion, nach 2 Jahren, wenn auch nicht vollkommene, so doch bedeutende Besserung der Bewegungen. — Eintritt der Lähmung unbestimmt; Narbengewebe im Nerven kann auch bei andauernder stärkster Überdehnung des Nerven durch starke Verdünnung desselben entstehen, so daß er dem umgebenden Bindegewebe ähnlich sieht.

8. Thiersch, nach Riethus Fall 6, 1894. — Alter 10 Jahre. — Knabe, Sturz vom Reck. — Durchstechungsfraktur im unteren Drittel. — Motorische Lähmung nach 20 Tagen konstatiert. — Operation 23 Tage nach der Verletzung. Beide Nervenenden verschwinden in Callus und Narbenmasse. — Lysis. Abmeißelung des Callus. — Anfrischung der Nervenenden (1,5 cm Länge des Narbengewebes reseziert). Nervennaht. — Erfolg

positiv: Erste Streckbewegungen nach  $5\frac{1}{2}$  Monaten aktiv möglich; nach 9 Monaten Arm fast vollkommen gebrauchsfähig.

9. Billroth, Chirurg. Klinik Zürich, 1860—1867, S. 387. Unter 23 Fällen der Humerusdiaphysenfraktur ein Fall von Radialislähmung beobachtet. — Alter 6 Jahre. — Knabe, Bruch des Oberarmes etwa 2 Zoll oberhalb des Ellenbogengelenkes. — 14 Tage nach der Verletzung mit Schienenpappverband ins Spital gebracht. Mässiger Callus um die wenig dislozierten Fragmente bei motorischer Radialisparalyse. — Therapie: Gipsverband; 6 Wochen nach dem Unfall war der Bruch konsolidiert; Lähmung unverändert; Faradisierung der Muskeln ohne wesentlichen Erfolg. — Erfolg negativ: 5 Jahre nach der Verletzung bestand die Paralyse noch wie zuvor. — Billroth fügt dem Falle bei: „Der Vater des Knaben und der Arzt hatten die Erscheinungen an der Hand übersehen; es war daher nicht zu ermitteln, ob dieselben schon gleich nach der Fraktur oder später eingetreten waren. Es ist den anatomischen Verhältnissen nach zu verwundern, daß diese Verletzung nicht viel häufiger vorkommt.“

10. Derselbe, Chirurg. Klinik Wien. 1868. S. 219 und 1871—1876. S. 419. — Pferdeknacht, geriet beim Sturz vom Wagen mit dem r. Arm unter ein Vorderrad, wurde eine Strecke weit geschleift, nachdem er sich erhoben hatte, konnte er den r. Arm nicht mehr gebrauchen. — Schienenverband für 8 Tage, dann kalte Umschläge. 12 Tage nach der Verletzung wurde auf Billroths Klinik ein Oberarmbruch zwischen oberem und mittlerem Drittel gefunden; an der Außenseite war etwa in Frakturhöhe die Haut in 2 Zoll Länge und  $\frac{3}{4}$  Zoll Breite gangränös; r. Hand stark geschwollen und sehr schmerzhaft. — Lagerung des Armes auf einer Flügel-schiene. 6 Wochen nach der Verletzung war Consolidation erfolgt, die Hautwunde nahezu verheilt. Bei den ersten Bewegungen erkannte man eine motorische und sensible Radialisparalyse. Fortgesetzte elektrische Behandlung. — Erfolg: Besserung in  $7\frac{1}{2}$  Monaten soweit, daß Finger und Hand ziemlich, wenn auch träge, gestreckt werden konnten. — Wegen der Anschwellung der Hand war anfänglich eine verminderte Beweglichkeit der Hand nicht aufgefallen.

11. Derselbe, *cit. loco*, S. 222. — Alter 6 Jahre. — Knabe, von einer 2 Stock hohen Treppe auf den Boden mit der Dorsalseite der Hand zunächst aufgefallen. — Oberarmbruch, Schienenbehandlung. — Nach der Heilung zeigte sich vollkommene Radialisparalyse mit motorischer und trophischer Störung (bläuliche Verfärbung, Kühle der Hand). Sensibilität überall erhalten. — Schlamm- und Seifenbäder für 5 Monate waren erfolglos. Die Anwendung des constanten Stromes nach diesen 5 Monaten für 3 Wochen hatte ebenfalls keinen Erfolg. Einen halben Zoll über der Ellenbeuge fühlt man einen kleinen knöchernen Vorsprung und unterhalb desselben sieht man an der Beugeseite eine zolllange livide Narbe. — Operation 6 Monate nach der Verletzung: Aufsuchung des Nerven entsprechend dem Callus im Sulcus bicipitalis externus, auf  $4\frac{1}{2}$  Zoll Länge freipräpariert bis zu seinem Dorsalaste. Der normal aussehende, weder verdickte noch atrophizierte Nerv. rad. zeigte sich ganz frei von jeder Adhäsion, reagierte nicht auf Nadelstich oder Elektrizität. Wundnaht, reaktionsloser Heilung. — Erfolg negativ. — Der Fall wurde von Billroth als Reflexparalyse aufgefaßt. Billroth hat unter einem Material aus 16 Jahren der Kliniken

Zürich und Wien nur 3 Fälle von Radialislähmung nach Humerusfraktur beobachtet.

12. Kennedy, British medical journal. 5. Nov. 1898. S. 1399. 4 Fälle von Radialislähmung nach Oberarmfraktur innerhalb 18 Monate, durch sekundäre Operation geheilt. — Alter 48 Jahre. — Schiffsarbeiter, vor 11 Wochen von einem Wagen überfahren, hierbei ging ihm ein Rad über den r. Oberarm. — Splitterbruch des r. Oberarmes in der Mitte. Schienenbehandlung. — Bei Abnahme der Schiene nach 5 Wochen fehlte die Fähigkeit, die Hand ausstrecken zu können. Besserung dieser motorischen Radialislähmung trat von selbst nicht ein; die Unterarmstreckmuskeln atrophierten. Die Sensibilität auf der Handrückenfläche oberhalb des Daumens und Zeigefingers war sehr herabgesetzt. Schießende Schmerzen im Unterarm, Daumen und Zeigefinger störten oft die Nachtruhe. Starker Callus war in der Mitte des Oberarms zu fühlen. — Operation 12 Wochen nach dem Unfall: Der Radialnerv war von festen Gewebsbändern an die alte Fraktur angeheftet, doch war sein Zusammenhang nicht unterbrochen. — Neurolysis: Trennung der Adhäsionen, Befreiung des Nerven. — Erfolg positiv: Am folgenden Tage war die Sensibilität zurückgekehrt. Am 9. Tage zeigten die Muskeln starke Reaktion auf den galvanischen, aber noch schwache auf den faradischen Strom. Am 13. Tage konnte er die Hand gegen das Schwergewicht ausstrecken. Rasche Zunahme der Besserung, nach einem Jahre arbeitete der Patient wie früher. — Der Fall ist in seiner Entstehung unbestimmt. Wahrscheinlich gehört er zur Zwischenstufe, indem eben, wie Kennedy selbst sagt, die Nervenverletzungen kurz nach der Fraktur meist übersehen werden und man sich meist zufrieden gibt, wenn der Arm ordentlich auf einer Schiene liegt. Erst an den Folgen wird die Nervenverletzung meist bei Abnahme der Schiene erkannt. Prognostisch wertvoll für den raschen Erfolg der Operation sind die reißenden Schmerzen in den Nächten nach der Fraktur. Sie sprechen dafür, daß die Überdehnung des Nerven keine sehr starke, die Nervenleitung nicht ganz unterbrochen war; daher auch die rasche Erholung des Nerven nach seiner Befreiung aus der gespannten Lage.

13. Derselbe, citat. loco. - - Alter 41 Jahre. — Eisenbahnwächter, wurde zwischen zwei Wagen gequetscht. — Complicierte Fraktur des r. Oberarmes. — Bei Abnahme der Schiene nach 5 Wochen waren die Gelenke ziemlich versteift, die Wunden waren gut vernarbt, die Fraktur zeigte Consolidation mit starkem Callus, vollkommene motorische Radialislähmung mit Herabsetzung der Sensibilität an der radialen Seite der Hand und des Unterarmes. — Operation 15 Wochen nach der Verletzung: Der Radialnerv war durch ein Narbenband an dem Knochen festgehalten und stellte auf  $\frac{1}{2}$  Zoll Länge nur einen dünnen Faden von ein Drittel der Stärke des normalen Nerven dar. — Nervennaht: Durchschneidung des Narbenbandes, Excision des dünnen Verbindungsteiles am Nerven, Anfrischung der Nervenenden, Naht derselben mit Chromsäurecatgut. — Erfolg positiv: Am folgenden Tag fand sich Hyperästhesie an Daumen- und Zeigefinger-Rückenfläche, Erhöhung der Empfindung am Handrücken. Nach 5 Wochen besserte sich die Motilität, die verloren gewesene faradische Reizbarkeit war wiedergekehrt. Während der nächsten 6 Monaten besserte sich die Motilität lang-sam, in weiteren 6 Monaten nahm sie rasch zu

bis zur fast völligen Wiederherstellung, 13 $\frac{1}{2}$  Monate nach der Operation. Etwas Schwäche in der Extension des 1. und 2. Fingers war zurückgeblieben. — Unbestimmt in bezug auf die Entstehungszeit. Nach Kennedy war der Nerv zu zwei Dritteln quer durchgerissen, nach meiner Erfahrung kommt die geschilderte Verdünnung nach langsamer Überdehnung durch Atrophie der Nervenfasern zustande.

14. Derselbe, citat loco. — Alter 32 Jahre. — Mann, wurde überfahren, das Rad ging ihm über den r. Arm und erzeugte eine Fraktur am unteren Ende des Humerus. — Bei Abnahme des Schienenverbandes nach 4 Wochen zeigte sich vollkommene motorische Radialislähmung ohne Einbuße der Sensibilität. Starke Atrophie des Unterarms, bedeutende Callusbildung am unteren Ende des Humerusschaftes. — Operation 11 Monate nach dem Unfall: Der Radialnerv war auf etwa 3 Zoll seiner Länge am Callus angewachsen. Ungefähr dreiviertel Zoll des Nerven war an dieser Stelle nur durch ein dünnes membranöses Band dargestellt. — Dieses membranöse Band wurde excidiert, die Nervenenden wurden mit Chromsäurecatgutnaht vereinigt. — Erfolg negativ: Die Sensibilität war nach der Operation wie vorher normal. Aseptischer Wundverlauf. Die Extensoren Muskeln reagierten weder auf faradischen noch galvanischen Strom. Nach einem halben Jahre war die Lähmung noch unverändert. — Der Fall ist dem Eintritt der Lähmung nach unbestimmt. Kennedy meint, daß das membranöse Band für eine vollkommene quere Durchreißung des Nerven beim Unfall spricht. Doch kommt die ganz gleiche membranöse Atrophie des Nerven durch Überdehnung an den Bruchenden zustande. Das Erhaltensein der Sensibilität erklärt Kennedy durch supplierende Funktion vom Medianus oder durch feine Nerven Anastomosen in der Haut. Die angefrischten Nervenenden enthielten wahrscheinlich zu wenig leitungsfähige Nervenfasern, oder waren mit zu großer Spannung einander genähert; daher der negative Erfolg.

15. Derselbe, citat loco. — Alter 7 Jahre. — Knabe, Bruch des linken Oberarms oberhalb des Ellenbogengelenks durch Fall. — Schienenverband. — Bei Abnahme der Schiene nach 4 Wochen zeigte sich vollkommene erhaltene Sensibilität. Atrophie der Streckmuskeln am Unterarm; starke Verdickung des Oberarmes am unteren Ende. — Operation 3 Monate nach dem Unfall: Der Nerv war auf dreiviertel Zoll Länge bandförmig verdünnt, mit Narbengewebe verwachsen. Am Radiusköpfchen war er unterhalb dieser Stelle bulbös angeschwollen. — Excision des Narbengewebes, Nerven naht wie im vorigen Falle. — Erfolg positiv: Nach der Operation war die Sensibilität wie vorher normal. Aseptischer Wundverlauf. Am 13. Tage war die faradische Reizung der Extensoren gleich Null, die galvanische ergab leichte Zuckung. 12 Wochen nach der Operation zeigte das Handgelenk die ersten Streckbewegungen. Nach 23 Wochen waren alle Funktionen normal. — Auch in diesem Falle kann die membranöse Veränderung als Folge der Überdehnung aufgefaßt werden. Sagt ja auch Kölliker in seiner Arbeit über chirurgische Erkrankungen der peripheren Nerven (Deutsche Chirurgie. Lieferung 24b. 1890. S. 63), daß bei der Compressionsparalyse das Aussehen des Nerven anämisch, seine Gestalt verändert ist. Er erscheint mehr weniger abgeplattet, bandförmig, erhält bindegewebiges Aussehen.