

Traumatische Läsionen des Plexus brachialis

Einleitung

Traumatisch bedingte Verletzungen des Plexus brachialis (Armnervengeflecht) sind insgesamt selten und finden sich gehäuft bei Patienten jungen Alters.

Die häufigste Ursache einer traumatischen Armplexusläsion stellt in Deutschland die Traktion des Nervengeflechts nach Zweiradunfällen, die im Rahmen eines Polytraumas auftreten, dar (Abbildung 1).

Die Variabilität der Nervenverletzungen ist wegen der unterschiedlichen Verletzungsmechanismen und Läsionsorte groß. Sie reichen von intraspinalen Nervenwurzelaustrissen oder extraforaminalen Nervenwurzelabrissen bis hin zu Läsionen des Plexus brachialis in der supra- und infraclavikulären Region (Abbildung 2).

Ebenfalls kann eine Läsion des Plexus auch bei der Entbindung (geburts-traumatische Plexusläsion) auftreten, dies ist jedoch extrem selten und soll nicht Gegenstand dieses Newsletters sein.

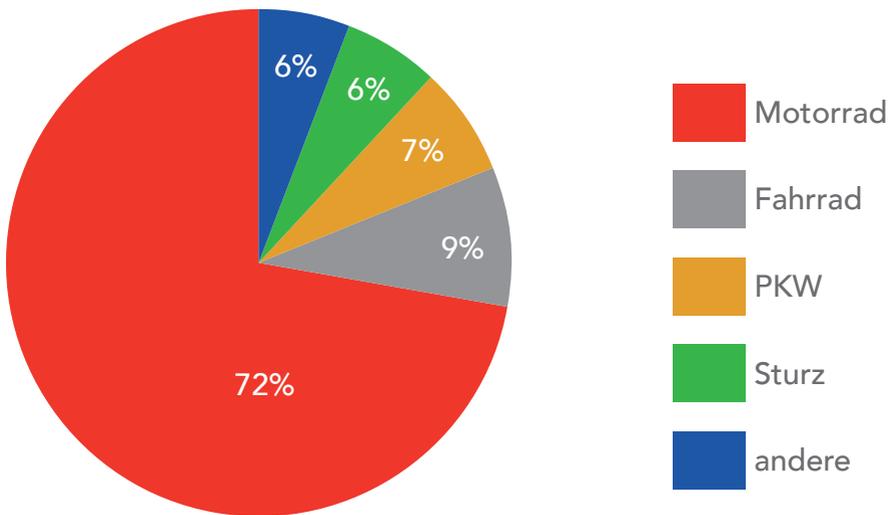


Abbildung 1: Häufigkeit der Ursachen von Verletzungen des Armnervengeflechts (aus Kretschmer, Antoniadis, Assmus „Nerven Chirurgie“ Springer Verlag, 2014)

Anatomie

Der Plexus brachialis wird aus den Rami ventrales (vordere Äste) der Spinalnervenzwurzeln C5 – Th1 gebildet. Diese verbinden sich oberhalb der Clavicula (Schlüsselbein) zu den Truncus superior, medius und inferior (oberer, mittlerer und unterer Primärstrang). Im Verlauf teilen sie sich hinter der Clavicula in eine vordere und hintere Aufzweigung, welche sich unterhalb der Clavicula zu den Fasciculus lateralis, medialis und posterior (seitlicher, mittlerer und hinterer Sekundärstrang) vereinigen (1,2).

Aus den Sekundärsträngen entstehen in Höhe der Axilla (Achselhöhle) die Terminaläste: N. axillaris (Achselnerv), N. musculocutaneus (Muskel-Haut-Nerv), N. medianus (Mittelnerv), N. radialis (Speichennerv) und N. ulnaris (Ellennerv) (Abbildung 2).

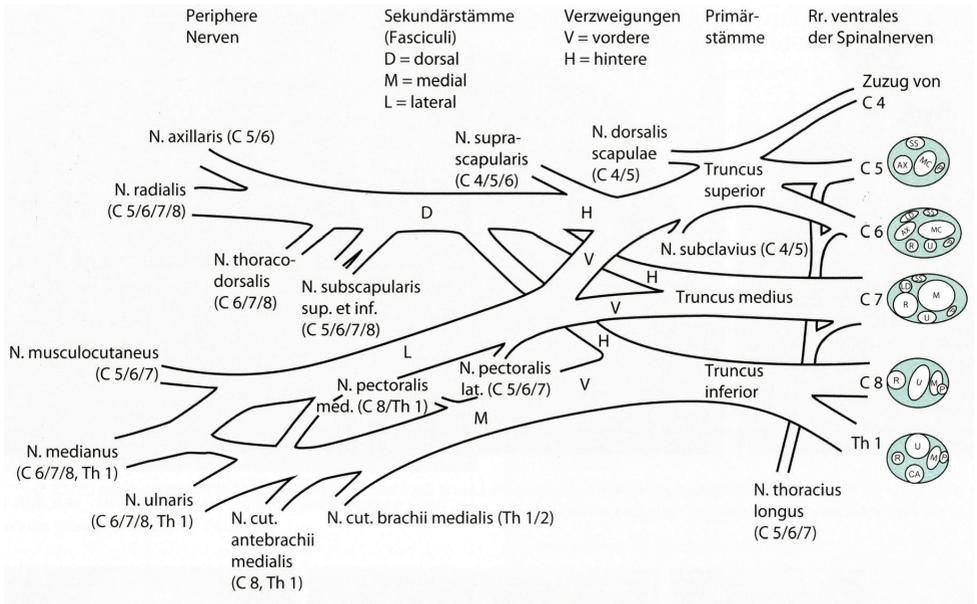


Abbildung 2: Anatomie des Plexus brachialis (aus Kretschmer, Antoniadis, Assmus „Nervenchirurgie“ Springer Verlag, 2014)

Einteilung der Plexusläsionen

Die Verletzungen des Plexus brachialis lassen sich unter verschiedenen Gesichtspunkten einteilen. Nach dem Trauma kann zwischen einer offenen oder geschlossenen Plexusläsion unterschieden werden. Bei den extrem seltenen offenen Läsionen liegen in der Regel zusätzliche Weichteil- und Gefäßverletzungen vor. Am häufigsten sind die geschlossenen Plexusläsionen, die nach erlittenen Traktionstraumen auftreten.

Eine weitere Einteilung der Verletzungen ist nach Beteiligung der betroffenen Nervenwurzeln möglich. Sind alle 5 Nervenwurzeln betroffen, so spricht man von einer kompletten Läsion und bei Läsion der C5 und C6 Wurzeln von einer oberen Plexusläsion. Eine erweiterte obere Plexusläsion besteht bei einer Schädigung der C5, C6 und C7 Wurzeln. Eine untere Plexusläsion liegt bei C8 und Th1 Wurzelläsionen vor.

Von besonderer Relevanz für eine operative Versorgung und für die Prognose ist das Vorliegen von Nervenwurzelausrissen. Dabei ist der Kontakt der intraduralen Filamente, die die Nervenwurzeln bilden, zum Rückenmark unterbrochen. Der Schweregrad der Schädigung der neuralen Strukturen kann analog zu den traumatischen Verletzungen peripherer Nerven nach Erhalt der Kontinuität der intraneuralen Strukturen (Einteilung nach Seddon 1943 und Sunderland 1951) sowie nach Grad der Fibrosierung (Einteilung nach Millesi 1992) beurteilt werden.

Je nach vorliegendem Schweregrad kann bereits eine Aussage zum Behandlungskonzept und Prognose der Verletzung getroffen werden.

Klinische Untersuchung / Diagnostik

Liegt ein Polytrauma vor, ist die Versorgung der lebensbedrohlichen Verletzungen vordringlich. Besteht im Verlauf der Verdacht auf eine Läsion des Plexus brachialis, sind weitere Untersuchungen indiziert. Bei den geschlossenen Plexusläsionen, soll die erste ausgiebige neurologische und neurophysiologische Untersuchung ca. zwei Wochen nach Trauma erfolgen. Danach werden die Untersuchungen im Abstand von 4 Wochen fortgeführt, um den Verlauf zu dokumentieren.

1. Anamnese

Durch die Anamnese können viele für die weitere Therapie relevante Fakten gewonnen werden, z. B. der Unfallhergang, Frakturen, Gefäß- oder Muskelverletzungen, bereits erfolgte Operationen in der Nähe des Armnervengeflechts und das Vorliegen neuropathischer Schmerzen aber insbesondere Deafferenzierungsschmerzen, die auf Nervenwurzelausrisse hinweisen.

2. Klinisch-neurologische Untersuchung

Die klinisch-neurologische Untersuchung kann je nach Beschwerdebild bereits eine erste Aussage über Ausmaß und Lokalisation der Schädigung ermöglichen. Von besonderer Relevanz sind:

- Inspektion: Nachweis von Muskelatrophien oder Deformitäten an der betroffenen Extremität
- Palpation: Beweglichkeit der Gelenke, Keloidbildungen oder durch Hauttransplantate gedeckte Defekte, Hautulzera durch Verbrennungen und lokale Druckschmerzen
- Nachweis eines positiven Hoffmann-Tinel-Zeichens (H-T-Z). Beim Beklopfen treten Kribbelparästhesien distal der Läsion auf. Das Wandern des H-T-Z nach distal während der Kontrolluntersuchungen ist ein indirekter Nachweis für eine beginnende Reinnervation
- Untersuchung aller vom Plexus brachialis versorgter Muskeln und Dokumentation des Kraftgrades nach der Medical Research Council (MRC) Klassifikation in fünf Graden (komplette Lähmung bis zur normalen Kraft)
- Genaue Erhebung und Aufzeichnung der sensiblen Ausfälle

3. Neurophysiologische Diagnostik

Die Elektromyografie (EMG) aller betroffenen Muskeln ist die wichtigste Untersuchung bei traumatischen Nerven- und Plexusläsionen. Dadurch kann bereits eine Aussage über Art und Ausmaß der Schädigung oder eine beginnende Reinnervation getroffen werden. Die Elektroneurografie (ENG) spielt bei Nervenverletzungen eine untergeordnete Rolle.

4. Neurosonografie

Bei der Ultraschalluntersuchung können bei idealen Verhältnissen die extraspinalen Nervenwurzeln beurteilt werden. Bei adipösen Patienten und tief liegenden Plexusläsionen stößt diese Untersuchung jedoch an ihre Grenzen.

5. MRT (3D CISS Sequenz) oder MR-Neurografie (MRN)

In hochauflösenden 3-Tesla MRT Untersuchungen lassen sich heute wichtige Fragestellungen durch die präzise Darstellung der Plexusstrukturen beantworten. Die MR-Neurographie als Spezialform einer Kernspinuntersuchung des Plexus brachialis ist in der Lage, den Verlauf eines Nervs von den intraduralen Filamenten am Rückenmark bis zum

peripheren Nerven am Oberarm darzustellen. Eine Aussage zur Art und Lokalisation des Schadens ist exakt möglich, die wichtige Frage nach einem Wurzelausriss kann bei entsprechender Qualität der Bildgebung in der Regel beantwortet werden (4).

Therapeutisches Vorgehen

Sobald der Zustand des Patienten es erlaubt, ist eine Vorstellung in einem spezialisierten Zentrum für Nerven- und Plexusverletzungen zur Untersuchung und Beratung erforderlich. Die erste EMG und evtl. Ultraschalluntersuchung des Plexus bei einem Neurologen sollte ca. 2 Wochen nach Trauma erfolgen und alle 4 Wochen wiederholt werden.

Möglichst bald sollten mit Hilfe einer MR-Neurografie Nervenwurzelausrisse ausgeschlossen werden. Im dritten Monat nach Trauma muss die Entscheidung zum operativen oder konservativen Vorgehen getroffen werden. Die Operation muss bis spätestens zum sechsten Monat durchgeführt werden.

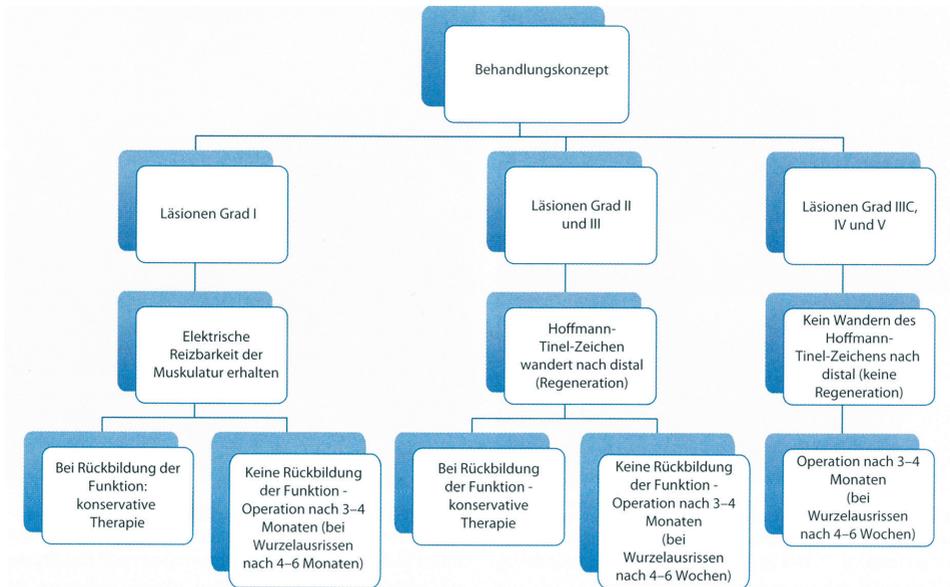


Abbildung 3: Algorithmus zum therapeutischen Vorgehen bei traumatischen Läsionen des Plexus brachialis (aus Kretschmer, Antoniadis, Assmus „Nervenchirurgie“ Springer Verlag, 2014)

Bei Patienten mit Nervenwurzelaustrissen, bei denen keine spontane Besserung zu erwarten ist, wird eine operative Behandlung zwischen der sechsten und achten Woche empfohlen (siehe Abbildung 3).

Konservative Therapie

Die konservative Therapie ist ein essentieller Bestandteil jeder Behandlung einer Plexusläsion. Da sich je nach Schädigung die Erholungsdauer in der Regel über einen langen Zeitraum erstreckt, ist hier eine hohe Compliance des Patienten gefordert.

Im Rahmen dieser Therapie stehen besonders im Fokus:

1. Die regelmäßige Physio- und Ergotherapie, jeweils 2-3 mal pro Woche über mehrere Jahre. Der Fokus sollte auf der Mobilisation der Gelenke liegen, um ein Einsteifen und Kontrakturen zu vermeiden. Wichtig ist auch die Stabilisierung des Schultergelenks, um Haltungsschäden zu vermeiden, diese kann durch spezielle Schienen unterstützt werden, die vom Patienten ständig getragen werden müssen.

Eine stationäre Rehabilitationsmaßnahme wird unsererseits nur in Ausnahmefällen empfohlen, vielmehr ist eine ambulante kontinuierliche Behandlung, u. U. in einem ambulanten Rehazentrum, dringend erforderlich.

2. Von entscheidender Bedeutung ist eine regelmäßige Elektrostimulation der betroffenen Muskeln, um das Auftreten einer Atrophie zu verzögern. Im Idealfall kann hier von der Krankenkasse ein geeignetes Gerät bereitgestellt werden, mit dem die Stimulation der betroffenen Muskeln nach erfolgter Einweisung vom Patienten selbstständig im häuslichen Umfeld vorgenommen werden kann. Wir empfehlen die Stimulation 2 mal am Tag für jeweils 10 Minuten pro Muskelgruppe.
3. Für den Fall einer neuropathischen Schmerzsymptomatik, oder bei Deafferenzierungsschmerzen (brennende, elektrisierende und attackenartige Schmerzen) infolge von Nervenwurzelaustrissen, ist eine gezielte Schmerztherapie wichtig. Die Patienten sollen an niedergelassene Schmerztherapeuten oder Schmerzzentren angebunden werden.

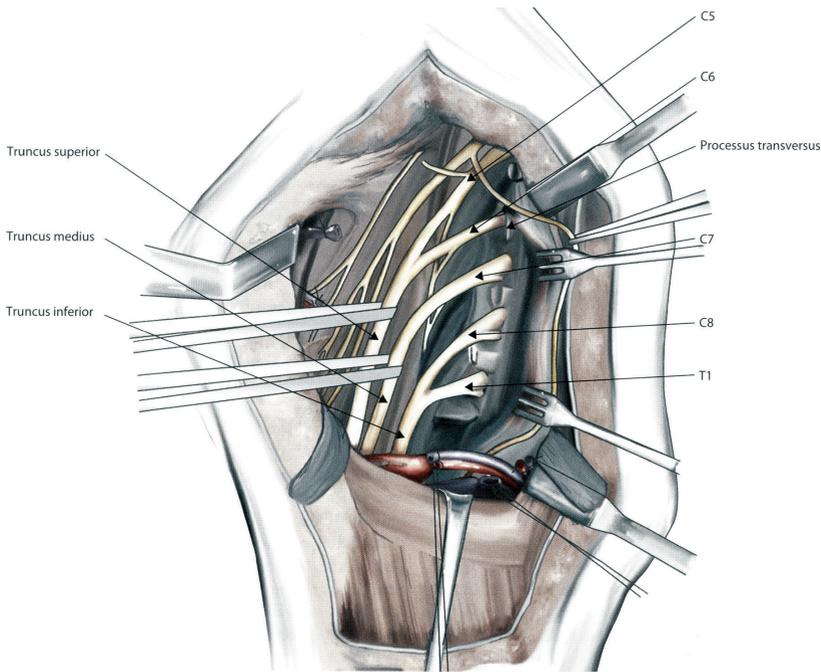


Abbildung 4: Darstellung der Anteile des Plexus brachialis (Primärstränge) supraclavikulär (aus Kretschmer, Antoniadis, Assmus „Nerven Chirurgie“ Springer Verlag, 2014)

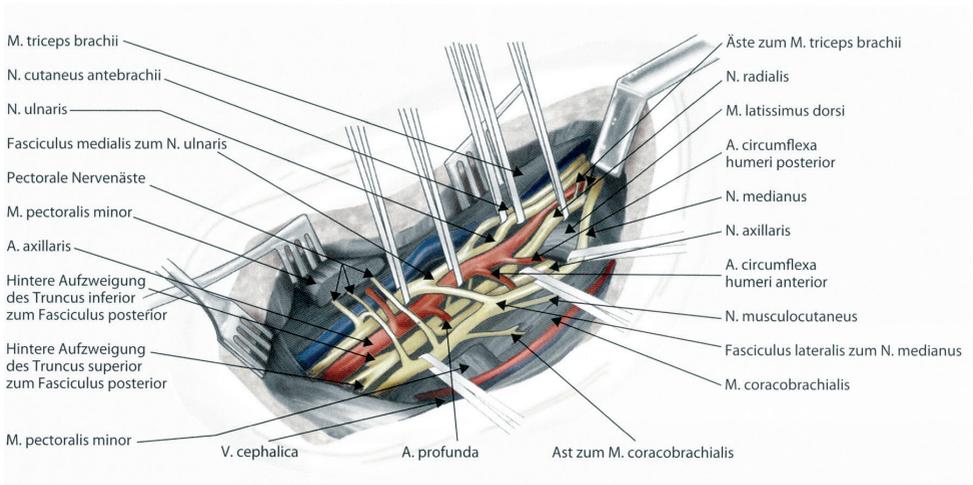


Abbildung 5: Darstellung der Anteile des Plexus brachialis (Sekundärstränge) infraclavikulär (aus Kretschmer, Antoniadis, Assmus „Nerven Chirurgie“ Springer Verlag, 2014)

Operative Therapie

Wird die Indikation zur Operation gestellt, stehen dem Nervenchirurgen verschiedene Vorgehensweisen zur Rekonstruktion der geschädigten Plexuselemente zur Verfügung. Die Operation dauert je nach Art der Schädigung mehrere Stunden. Zuerst werden die oben beschriebenen Plexusstrukturen oberhalb und unterhalb des Schlüsselbeins dargestellt (Abbildungen 4 und 5). Gegebenenfalls ist es notwendig, im Bereich der Innenseite des Oberarms die Armnerven darzustellen.

Die Operation wird stationär, in Vollnarkose und mikrochirurgisch durchgeführt. Der Operateur hat die Möglichkeit, durch ein intraoperatives Monitoring (Direktstimulation am Nerv, Ableitungen von Nervenaktionspotentialen und Neurosonografie) zusätzliche Informationen über Morphologie und Funktion der geschädigten Plexusstrukturen zu erhalten.

Liegt eine höhergradige Schädigung bei intakten Nervenwurzeln vor, wird eine **autologe Nerventransplantation** durchgeführt. Als Interponate werden Hautnerven aus dem eigenen Körper des Patienten eingesetzt. Bevorzugt wird der Suralisnerv aus dem Unterschenkel entnommen. Der Patient hat nach Entnahme lediglich ein Taubheitsgefühl am Fußaußenrand. Die Interponate werden dann mit haarfeinen Nähten (Stärke 10-0) an den proximalen und distalen Nervenstümpfen fixiert.

Bei Vorliegen von Nervenwurzelausrissen besteht die Möglichkeit von **Nerventransfers**. Dabei werden redundante Faszikel (Nervenfaserbündel) gesunder Nerven auf nicht funktionierende Nerven umgelenkt, um eine Muskelfunktion wiederherzustellen.

Wenn einige Nervenwurzeln intakt und nicht ausgerissen sind, dann können diese Transfers innerhalb des Armnervengeflechts erfolgen (**intraplexaler Transfer**). Bei Ausrissen aller fünf Nervenwurzeln werden Nerven aus der Umgebung herangezogen (**extraplexaler Transfer**). In manchen Fällen können Nerven vom Armnervengeflecht der Gegenseite (meist der C7 Nervenwurzel) transferiert werden (**kontralateraler Transfer**).

Eine weitere operative Behandlungsmöglichkeit sind Ersatzoperationen, die von plastischen Chirurgen, oder Gelenkskorrekturoperation, die von Orthopäden durchgeführt werden. Unter Ersatzoperationen versteht man Sehnen- und Muskeltransfers oder freie Muskelerersatzplastiken. Dadurch

können Funktionen wiederhergestellt werden, die mit den nervenchirurgischen Eingriffen nicht möglich sind.

Bei allen operativen Verfahren wird die Wiederherstellung der basalen Funktionen der Schulter und des Armes priorisiert, von der Stabilität in der Schulter, über die Beuge- und Streckbewegung des Ellenbogens und die Greifbewegung der Hand.

Postoperativer Verlauf

An die Durchführung einer nervenchirurgischen Operation schließen sich in der Regel 5-7 Tage stationärer Aufenthalt im Krankenhaus an. In der ersten Phase sind die postoperativen Wundkontrollen von Bedeutung, die nach Entlassung durch den betreuenden Hausarzt weitergeführt werden sollten. Um den 12. postoperativen Tag sollte die Entfernung des Wundverschlussmaterials vorgenommen werden. Bis zum 14. postoperativen Tag wird der Arm in einer angepassten Schiene ruhiggestellt, danach sollte mit der intensiven Physio-, Ergotherapie und Elektrostimulation fortgeföhren werden. Eine Vollbelastung der Beine, bei Entnahme des N. suralis, ist postoperativ sofort möglich.

Das Abschlussergebnis nach einer Rekonstruktion des Plexus wird nach 2,5-3 Jahren erwartet. In diesem Zeitraum sollte der Patient in regelmäßigen Intervallen beim behandelnden Neurologen zur elektromyographischen Kontrolle und beim Operateur vorstellig werden.

Im Anschluss, in manchen Fällen auch früher, sollten die Ersatzoperationen eingeplant werden. Wichtig ist es, die Compliance des Patienten zu erhalten, auch wenn in den ersten Monaten nach der Operation Fortschritte vorerst ausbleiben sollten.

Zusammenfassung und Ergebnisse

Die Behandlung von Verletzungen des Plexus brachialis besteht aus drei Säulen:

- Konservative Therapie (Physio-, Ergo- und Elektrotherapie)

- Nervenrekonstruktionen (autologe Nerven­transplantation und/oder Nerven­transfer)
- Ersatz- und ggf. Gelenk­korrekturoperationen

Auch heute stehen leider noch viele Ärzte den plexuschirurgischen Eingriffen mit einem therapeutischen Nihilismus gegenüber, da häufig die Meinung vorherrscht, die Ergebnisse seien nicht zufriedenstellend.

An dieser Stelle muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass durch die oben genannten Verfahren häufig beeindruckende Ergebnisse erreicht werden. Unter 366 operierten Patienten mit Plexusläsionen konnten in 87,3 % der Fälle bei oberen, 77,3% bei erweiterten oberen, 35,1% bei kompletten und nur 18,2% bei unteren Plexusläsionen nach einer autologen Transplantation gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt werden (5). Insgesamt sind nur die Ergebnisse bei kompletten und unteren Plexusläsionen nicht befriedigend. Das hängt mit den sehr langen Strecken bis zu den Handmuskeln, die überbrückt werden müssen, zusammen (2).

Ferner kann die operative Behandlung zu einer deutlichen Verbesserung der Lebensqualität des Patienten führen, wenn die Vorstellung rechtzeitig innerhalb des genannten Zeitfensters erfolgt. Nach einer Untersuchung der Patientenzufriedenheit nach Plexusoperationen waren 87% der befragten Patienten mit den Ergebnissen auch bei nur geringen funktionellen Verbesserungen zufrieden, 83% würden sich erneut dem Eingriff unterziehen, wenn ihnen das Ergebnis vor der OP bekannt gewesen wäre (3).

Quellen

1. Antoniadis G. Traumatische Nerven- und Plexusschäden: Präklinische Versorgungs­algorithmen und Behandlungsoptionen. Notf.med. Up2date 2011; S. 125-133
2. Antoniadis G, Kretschmer T. Armplexusläsionen bei Erwachsenen. In: Kretschmer T, Antoniadis G, Assmus H. (Hrsg.) Nerven­chirurgie. Springer Berlin, Heidelberg 2014; S. 191-218
3. Kretschmer T, Ihle S, Antoniadis G, Seidel JA, Heinen C, Börm W, Richter HP, König R. Patient satisfaction and disability after brachial plexus surgery. Neurosurgery 2009; 65(4 Suppl): 189-196
4. Schwarz D, MT Pedro, Brand C, Bendszus M, Antoniadis G. Nervenverletzungen und traumatische Läsionen des Plexus brachialis - Bildgebende Diagnostik und therapeutische Optionen. Radiologe; 2017; 57:184-194
5. Sulaiman OAR, Kline DG. Outcomes of treatment for adult brachial plexus injuries. In: Chung KC, Yang LJ-S, McGillicuddy JE (eds) Practical Management of Pediatric and Adult Brachial Plexus Palsies, Elsevier Saunders, 2012; pp 344-365

Herausgeber

Sektion „Periphere Nerven Chirurgie“

Leiter: Prof. Dr. Gregor Antoniadis

Neurochirurgische Klinik der Universität Ulm

am Bezirkskrankenhaus Günzburg

Direktor: Prof. Dr. Christian Rainer Wirtz

Sekretariat der Sektion „Periphere Nerven Chirurgie“: Silke Lau
Bezirkskrankenhaus Günzburg

Ludwig-Heilmeyer-Str. 2

89312 Günzburg

Telefon: 08221 96-2260 (Montag - Donnerstag 8.00 Uhr - 12.30 Uhr)

Telefax: 08221 96-28257

E-Mail: sektion.pnc@bkh-guenzburg.de

silke.lau@bkh-guenzburg.de

www.bkh-guenzburg.de

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Bezirkskliniken Schwaben - Kommunalunternehmen

(Anstalt des öffentlichen Rechts) - Sitz: Augsburg

Vorstand: Thomas Düll (Vorsitzender),

Verwaltungsratsvorsitzender: Bezirkstagspräsident Martin Sailer

Dr.-Mack-Straße 4

86156 Augsburg

Telefon: 0821 4803-2701

Telefax: 0821 4803-2702

E-Mail: info@bezirkskliniken-schwaben.de

www.bezirkskliniken-schwaben.de

Bildrechte: vom Springer Verlag erhalten.

Stand: Oktober 2020