

Traumatische Läsionen des peripheren Nervensystems im Kindesalter

I. Periphere Nerven

Häufigkeit und Ursachen

Traumatische Nervenläsionen im Kindesalter sind insgesamt selten und treten als Begleitverletzungen im Rahmen von Frakturen oder als iatrogene Läsionen nach deren osteosynthetischer Versorgung auf. Neben Knochenbrüchen können Glassplitterverletzungen oder Quetschverletzungen verantwortlich sein. Die häufigste Ursache von Nervendurchtrennungen bei Kindern sind Schnittverletzungen der Hand. Insgesamt betreffen die meisten kindlichen Nervenverletzungen die obere Extremität.

Die **suprakondyläre Humerusfraktur** ist die häufigste Ellbogenfraktur im Kindesalter und macht bei einem Altersgipfel von 6 Jahren etwa 6,5% aller kindlichen Frakturen aus (7). Bei dieser Fraktur werden Nervenverletzungen häufig beschrieben. Sie treten sowohl als Traumafolge, nach dislozierten korrekturbedürftigen Frakturen, als auch iatrogen vor allem nach perkutaner Kirschner-Draht-Osteosynthese auf. Am häufigsten ist hierbei der N. ulnaris betroffen, gefolgt von N. medianus und N. radialis.



Abbildung 1: 7-jähriges Mädchen nach Sturz, komplett dislozierte suprakondyläre Humerusfraktur, Stabilisierung mit gekreuzten Kirschner-Drähten von radial und ulnar

Anatomie

In der Ellenbeuge befinden sich alle Nerven der oberen Extremität. Der Mittelnerv (N. medianus) zieht gemeinsam mit der großen Armschlagader (A. brachialis) unterhalb des Bizepsmuskels (M. biceps brachii) vor dem medialen Knochenvorsprung des Gelenks (Epicondylus humeri ulnaris) Richtung Unterarm, während der Ellenerv (N. ulnaris) hinter diesem Knochenvorsprung verläuft. Am radialen Knochenvorsprung (Epicondylus humeri radialis) zieht der Speichennerv (N. radialis) unterhalb des M. brachioradialis und teilt sich in der Ellenbeuge in seinen oberflächlichen und tiefen Ast (Abb. 2).

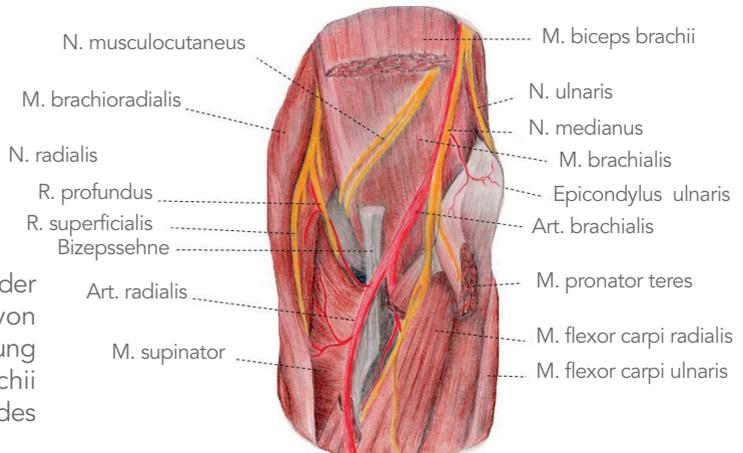


Abbildung 2:
Arterien und Nerven der tiefen Ellenbeuge von vorne nach Entfernung des M. biceps brachii und Durchtrennung des M. pronator teres

Einteilung traumatischer Nervenläsionen

Unerlässlich für die weitere Therapieplanung und Einschätzung der Prognose sind Anhaltspunkte für den Grad einer Nervenläsion. Hierfür existieren verschiedene Klassifikationsschemata (4, 5). In der Einteilung von Seddon et al. (1943) wird zwischen **Neurapraxie**, **Axonotmesis** und **Neurotmesis** unterschieden. Bei der Neurapraxie ist der Nerv geringgradig geschädigt, aber seine anatomische Struktur ist erhalten, während bei der Axonotmesis die Nervenaxone bei intakten Hüllstrukturen betroffen sind. Die schwerste Form ist die Neurotmesis, also die komplette Diskontinuität eines Nervs nach Verletzung. Diese ursprüngliche Klassifikation wurde von Sunderland et al. (1951) auf fünf Schweregrade erweitert, hier wurde die Intaktheit der einzelnen Hüllstrukturen berücksichtigt. Eine weitere gebräuchliche Einteilung nach Millesi et al. (1992) unterscheidet zusätzlich das Ausmaß der Fibrose am Nerv (4).

Klinische Untersuchung

Vor jeder klinischen Untersuchung steht eine ausführliche Anamnese, bei der neben dem Traumamechanismus der genaue Zeitpunkt einer Nervenläsion erfragt wird bzw. ab wann motorische und sensible Ausfälle erkennbar waren (posttraumatisch oder postoperativ?). Bei Kindern sind hier insbesondere auch die Beobachtungen der Eltern zu erfragen (Atrophien nach Gipsabnahme?). Inspektorisch können sich bereits erste Hinweise auf Muskelatrophien oder Deformitäten der Extremitäten ergeben.

Bei akuten Verletzungen der oberen Extremität sind vor allem bei Kindern pragmatische Tests zur Erfassung des Nervenstatus im Seitenvergleich sinnvoll (z. B. Überkreuzen der Finger). Prinzipiell sind entsprechende Muskelgruppen in ihren fünf Kraftgraden (komplette Lähmung bis zur normalen Kraft) einzuteilen. Ebenso sind sensible Ausfälle genau zu erheben. Bei der Untersuchung sollte auf das Hoffmann-Tinel-Zeichen geachtet werden, das einen Hinweis auf den Läsionsort liefern kann (4, 5).

Diagnostik

Sobald der Verdacht auf eine Nervenläsion gestellt wird, ist die neurophysiologische und bildgebende Diagnostik unerlässlich. Bei traumati-

schen Nervenläsionen ist die **Elektromyografie (EMG)** der betroffenen Muskelgruppen die wichtigste Untersuchung und sollte daher vom erfahrenen Neurologen oder Neuropädiater (zwei Wochen nach Trauma) durchgeführt werden. Nach zwei Wochen kann neurophysiologisch die Axonotmesis von der Neurapraxie unterschieden werden. Für die Op-Indikation, oder zur Verlaufsbeobachtung bei traumatischen Nervenläsionen ist die Neurografie von untergeordneter Bedeutung (4). Ergänzend kann die Läsion bei der **hochauflösenden Nervensonografie** genau lokalisiert und die Struktur des Nervs beurteilt werden. Hier kann zwischen einem intakten Nerv, einem Kontinuitätsneurom oder einer kompletten Nervendurchtrennung unterschieden werden. Gerade diese nicht invasive Untersuchung ist gut durchführbar, wird in der Regel gut toleriert und kann jederzeit wiederholt werden (4).

Bei nicht eindeutiger Neurophysiologie und Neurosonografie oder zur Operationsplanung bei komplexen Nervenverletzungen (z.B. Verletzungen des Plexus brachialis) kann die **MR-Neurografie**, ein hochauflösendes 3-Tesla Nerven-MRT, im Verlauf wichtige Fragen (Wurzelausrisse? Läsionshöhe?) beantworten. Diese Untersuchung wird allerdings nur in wenigen spezialisierten Zentren durchgeführt (4).

Therapeutisches Vorgehen

Das Vorgehen bei Nervenverletzungen im Kindesalter hängt davon ab, ob es sich um eine offene oder geschlossene Verletzung handelt (Abbildung 3). Zeigen sich nach einer offenen Verletzung sensible oder motorische Ausfälle, muss der Nerv im Rahmen der Wundversorgung inspiziert werden. Ist der Nerv scharf durchtrennt (z. B. nach Schnittverletzungen), dann kann eine primäre Koaptation erfolgen. Bei stumpfer Durchtrennung oder Verunreinigung der Wunde sollte eine frühe Sekundärversorgung nach drei Wochen durchgeführt werden.

Bei geschlossenen Verletzungen (z. B. begleitende Nervenverletzungen bei Frakturen) ist die erste neurophysiologische Untersuchung (inkl. EMG) kombiniert mit einer Neurosonografie zwei bis drei Wochen nach Trauma erforderlich. Bestätigt sich hierbei eine Durchtrennung oder eine schwere strukturelle Schädigung, sollte eine operative Freilegung zeitnah erfolgen, andernfalls sind klinische und neurophysiologische Kontrollen in 4-wöchentlichen Abständen empfehlenswert. Zeigen sich dann im 3. Monat

keine klinischen und neurophysiologischen Zeichen einer Reinnervation, ist ebenfalls eine operative Freilegung notwendig, welche bis zum 6. Monat geplant werden muss (3).

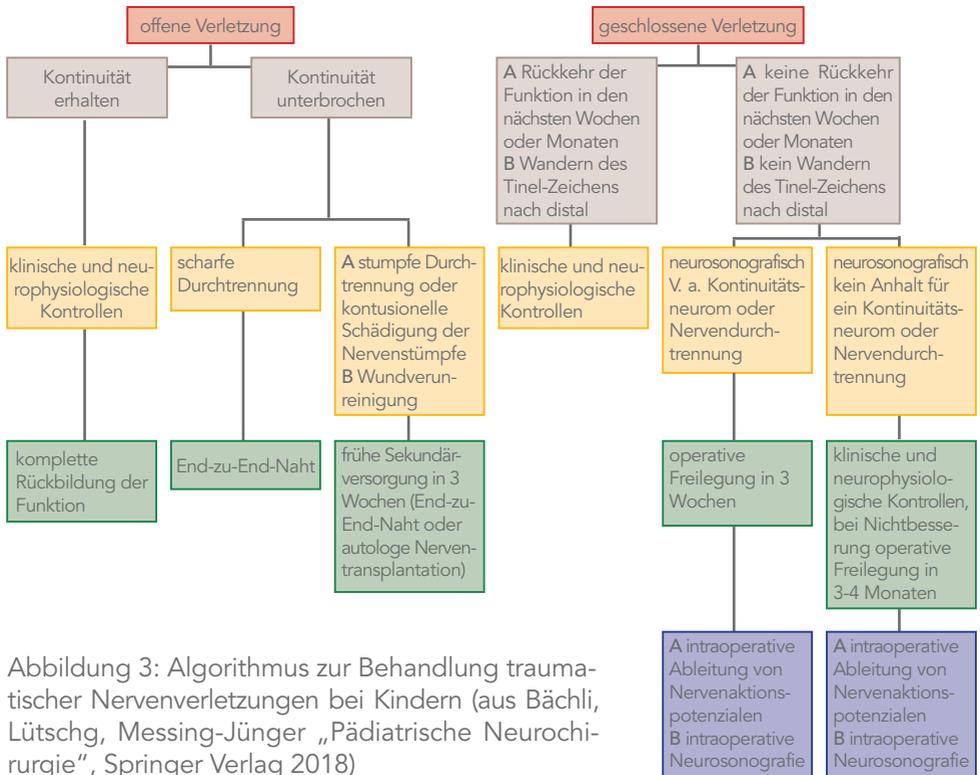


Abbildung 3: Algorithmus zur Behandlung traumatischer Nervenverletzungen bei Kindern (aus Bächli, Lütchg, Messing-Jünger „Pädiatrische Neurochirurgie“, Springer Verlag 2018)

Prinzipien der operativen Behandlung

Bei extraneuralen Narben ist eine äußere Neurolyse ausreichend. Zeigen sich während der Operation epineurale Fibrosen, dann wird das Epineurium gespalten (Epineuriotomie) oder entfernt (Epineuriektomie). Im Falle von intraneuralen Fibrosen wird eine interfazikuläre Neurolyse durchgeführt. Um strukturelle Schäden während der Operation zu identifizieren, findet auch hier die intraoperative hochauflösende Sonografie Anwendung. Die Nervenfunktion wird mit der Ableitung von Nervenaktionspotentialen (NAP) überprüft (4).

Muss die Kontinuität operativ hergestellt werden, ist die spannungsfreie Adaptation des Nerven mit epineuralen Nähten das Ziel (Abbildung 4).

Hierfür muss im Rahmen der primären und sekundären Versorgung der Stumpf angefrischt bzw. ein Neurom reseziert werden. Ist aufgrund einer langen Defektstrecke keine spannungsfreie Naht möglich, ist eine Rekonstruktion mit autologen Nerveninterponaten (autologe Transplantation) erforderlich. Als Transplantate dienen sensible Nerven (z. B. N. suralis).

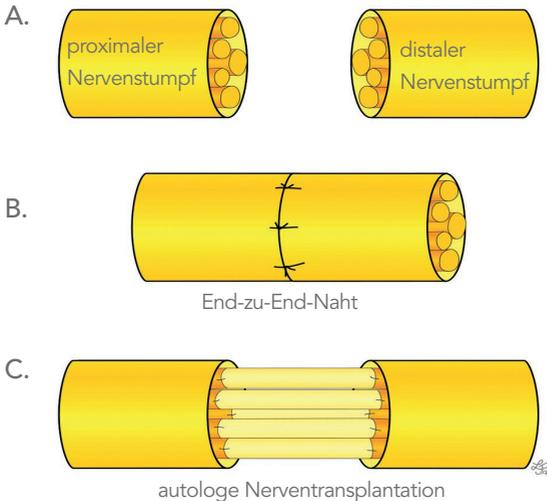


Abbildung 4:
Nervendurchtrennung (A), primäre Adaptation (B) und autologe Transplantation mit mehreren Interponaten (C) (5)

Nachbehandlung

Sowohl im Rahmen der konservativen, als auch nach operativer Therapie ist neben regelmäßiger **Physio- sowie Ergotherapie** eine tägliche **Elektrotherapie** erforderlich. Anders als bei Erwachsenen wird bei Kindern im Rahmen der Frakturbehandlung erfahrungsgemäß sehr viel seltener ergo- und physiotherapeutisch nachbehandelt. Die Behandlung sollte, abhängig von der Frakturbehandlung, so früh wie möglich nach einer Neurolyse und zwei Wochen nach einer Nervenrekonstruktion erfolgen.

II. Geburtstraumatische Plexusläsionen

Geburtstraumatische Plexusläsionen sind selten. Die häufigste Ursache ist eine Schulterdystokie. Hier kommt es bei der Entwicklung der Schulter zur lateralen Flexion des Halses und somit zu Traktionsverletzungen der Plexusanteile.

Prädisponierende Faktoren sind ein hohes Geburtsgewicht > 4000 g und Lageanomalien.

Die Prognose ist abhängig vom Ausmaß der Verletzung bzw. der Anzahl betroffener Nervenwurzeln, Primär- und Sekundärstränge.

Eingeteilt werden diese Läsionen in vier Gruppen. Die häufigsten Läsionen sind der ersten Gruppe zuzuschreiben und beinhaltet Läsionen der C5- und C6-Nervenwurzeln. Gruppe II beinhaltet auch die C7 versorgten Muskeln, Gruppe III beschreibt eine komplette Plexusläsion (C5 – Th1). Gruppe IV beinhaltet auch ein Horner-Syndrom als Hinweis für eine ausgerissene C8-Wurzel (3). Nach speziellen Schemata werden bei Säuglingen die Bewegungen von Schulter, Ellbogen und Hand beurteilt.

Neurophysiologische Untersuchungen sind bei Säuglingen oft nicht möglich und wenig aussagekräftig. Die **MR-Neurografie** in Narkose beantwortet die Frage nach Wurzelausrissen und detektiert darüber hinaus auch Läsionen im Bereich der supra- und infraklavikulären Plexusanteile. Ein großer Teil (bis zu 85%) der geburtstraumatischen Plexusläsionen erholt sich spontan, benötigt aber den frühzeitigen Beginn der physiotherapeutischen Behandlung, welche über mehrere Jahre durchgeführt werden muss. Die neuropädiatrische Betreuung und Kooperation mit einem erfahrenen Plexuschirurgen ist essentiell für die rechtzeitige Indikationsstellung zur Operation, welche zwischen dem 3. und 6. Monat durchgeführt wird, wenn sich bis dahin auch unter konservativer Therapie insbesondere die proximalen Muskelgruppen nicht erholt haben. Operative Maßnahmen beinhalten auch hier die Neurolyse der Nerven bei Vernarbungen und erhaltener Kontinuität, die autologe Transplantation oder Nerventransfers zur Wiederherstellung der Kontinuität und sekundäre Ersatzoperationen im späteren Verlauf (6).

Prognose nach kindlichen Nervenverletzungen

Die schnellere Nervenwachstumsgeschwindigkeit bei Kindern verbessert die Prognose im Vergleich zum Erwachsenen unter optimaler Behandlung und Einhaltung der zeitlichen Grenzen. Schwere Begleitverletzungen z. B. von Gefäßen und Knochen können die Nervenheilung negativ beeinflussen.

Quellen

1. AWMF Leitlinie: Versorgung peripherer Nervenverletzungen, S3-Leitlinie 005/010, Stand 06/2013
2. AWMF Leitlinie: Suprakondyläre Humerusfraktur beim Kind, S1-Leitlinie 012/014, Stand 12/2014
3. Bächli H, Lütschg J, Messing-Jünger M. Pädiatrische Neurochirurgie, 2018 Springer Verlag, Berlin Heidelberg
4. Kretschmer T, Antoniadis G, Assmus H. Nerven Chirurgie, 2014 Springer Verlag, Heidelberg
5. Brand C, Antoniadis G. Newsletter der SPNC "Traumatische und iatrogene Nervenläsionen", 2017, BKH Günzburg
6. Werkmann D, Antoniadis G. Newsletter der SPNC „Traumatische Läsionen des Plexus brachialis“, 2020, BKH Günzburg
7. V. Laer L. Pediatric Fractures and Dislocations, 2001 Thieme Verlag, Stuttgart

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

Lindenallee 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: Stefan Brunhuber (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 für Abbildung 3 vom Springer Verlag erhalten.

Stand: April 2021