



Traumatische und iatrogene Läsionen peripherer Nerven

Definition einer Nervenläsion

Unterbrechung der Funktionsfähigkeit eines peripheren Nervs durch oder in Folge äußerer Noxen, nämlich Schnitt, Stich, Dehnung, Prellung/ Druck inklusive der iatrogenen, physikalischen (Elektrotrauma, Kälte, Strahlung etc.) und chemischen (Injektion etc.) Läsionen (1). Die Inzidenz liegt bei 1,6-2%, die Prävalenz bei 2,8%. Die häufigsten Ursachen sind Verkehrsunfälle, 25 % der Verletzungen sind iatrogen bedingt (2).

Einteilung der Nervenverletzung

Einteilung von Seddon aus dem Jahr 1943

Neurapraxie: Nerv in Kontinuität erhalten (fokaler Leitungsblock).
Vollständige Regeneration.

Axonotmesis: Nerv in Kontinuität erhalten, jedoch Unterbrechung der Axone unter Erhalt der Hüllstrukturen. Unvollständige Regeneration.

Neurotmesis: Nerv in Diskontinuität. Keine spontane Regeneration möglich.

Aktuelle Einteilung nach Sunderland 1951³

Grad I: Entspricht der Neurapraxie

Grad II: Axonotmesis mit intaktem Endoneurium

Grad III: Axonotmesis mit unterbrochenem Endoneurium

Grad IV: Perineurium zusätzlich unterbrochen, die Kontinuität ist durch das Epineurium erhalten.

Grad V: Diskontinuität

Einteilung des Fibrosegrads nach Millesi⁴:

Grad A: Fibrose des epifaszikulären Epineuriums

Grad B: Fibrose des epi- und interfaszikulären Epineuriums

Grad C: Fibrose des Endoneuriums

Diagnostik

Anamnese

Durch die Anamnese müssen folgende, für die weitere Therapie relevanten Fragen beantwortet werden:

- Unfallhergang (Art der Noxe)
- Zeitpunkt der Verletzung
- Art der Erstversorgung (ggf. OP-Berichte)
- Begleitverletzungen (Frakturen, Gefäßverletzungen etc.)
- Art der neurologischen Ausfälle und zeitlicher Verlauf von Verbesserung
- bisherige therapeutische Maßnahmen (Physiotherapie etc.)

Klinische Untersuchung im Akutstadium

- Liegt eine offene oder geschlossene Verletzung vor?
- Lokalisation der Verletzung
- Gibt es klinische Hinweise für eine Verletzung peripherer Nerven?

Klinische Untersuchung nach zwei Wochen und später

- Inspektion: Narben, Deformierungen, vegetative Veränderungen, Muskelatrophie
- Palpation: Druckdolenz, Verhärtungen, Hoffmann-Tinel-Zeichen
- Sensibilität im Versorgungsgebiet des betroffenen Nervs
- Motorik (Paresegrade)
- Trophik
- Neuropathische Schmerzen
- Begleitverletzungen (Einstiefung von Gelenken, Sehnenverkürzungen etc.)

Elektrophysiologische Untersuchung

Innerhalb der ersten 14 Tage nach Denervierung eines Muskels, entwickelt dieser eine pathologische Spontanaktivität (pSA), die im Elektromyogramm (EMG) nachweisbar ist. Diese tritt nicht bei der Neurapraxie auf und dient somit zur Unterscheidung zwischen Neurapraxie und Axonotmesis. Der Nachweis pSA und die fehlende Willküraktivität sind Voraussetzungen für das Durchführen einer Operation. Nach erfolgreicher Nervenrekonstruktion sind Reinnervationspotentiale nachweisbar. Neben dem EMG sind die sensiblen und motorischen Nervenleitgeschwindigkeiten zur Beurteilung der Art der Nervenläsion hilfreich.

Bildgebende Untersuchung: Sonographie und MR-Neurographie

Die Neurosonographie bietet eine kostengünstige und gut verfügbare (auch intraoperativ) Möglichkeit den verletzten Nerv und seine unmittelbare Umgebung auch dynamisch darzustellen. Hochauflösende Ultraschallgeräte ermöglichen die Darstellung einer Kontinuitätsunterbrechung des Nervs oder von Kontinuitätsneuomen, von Vernarbungen im (epineurale Fibrose) und außerhalb (narbige Strikturen) des Nervs, von Fremdkörpern (Osteosynthesematerial) und auch der Binnenstruktur des Nervs (Faszikel)^{5,6}. Werden eine Kontinuitätsunterbrechung oder ein Kontinuitätsneurom dargestellt, kann die Indikation zur frühzeitigen Versorgung der Verletzung gestellt werden.

Indikation und Timing ⁷

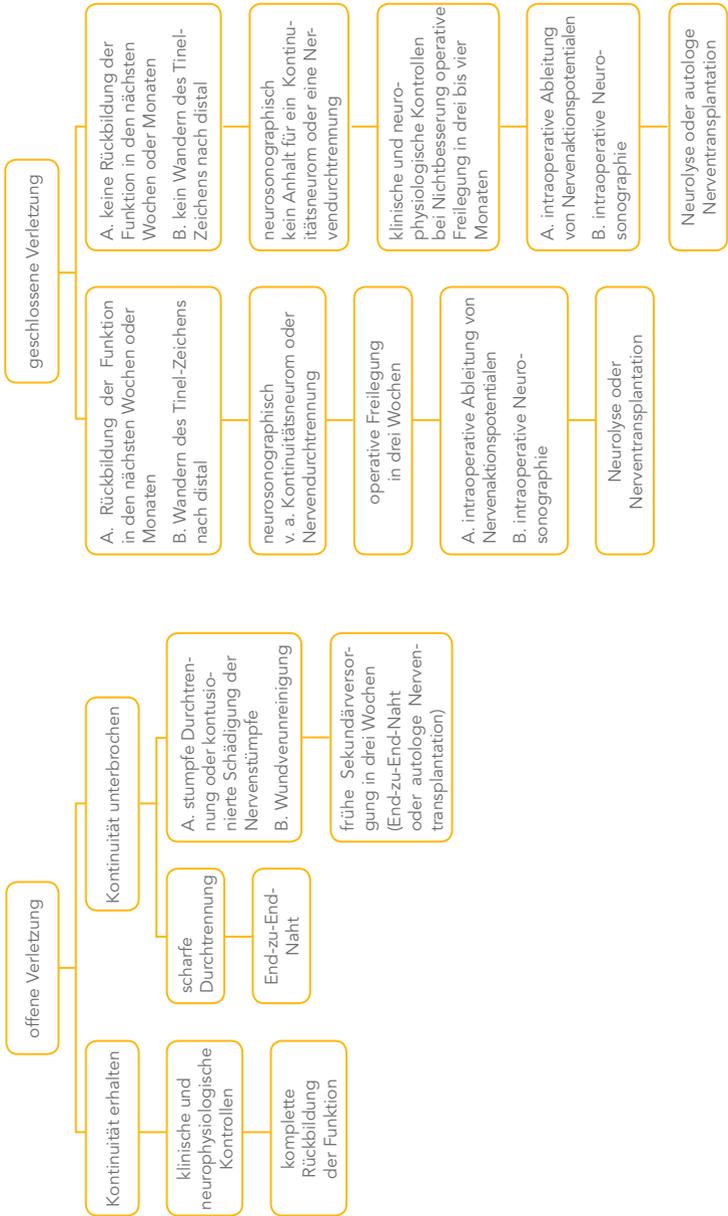


Tabelle 1: Algorithmus bei Nervenverletzungen

Operative Techniken

Die anzuwendende mikrochirurgische, operative Technik ist abhängig von Art und Ausmaß der Verletzung. Häufig kann die Entscheidung erst während der Operation getroffen werden. Um intraoperativ funktionell intakte Faszikel oder Kontinuitätsneurome zu identifizieren, werden die Neurosonographie und Nervenaktionspotentialableitungen angewandt. Folgende operative Techniken finden derzeit Anwendung⁸⁻¹²:

- Primäre Versorgung mit End-zu-End-Naht
- Sekundäre Versorgung mit End-zu-End-Naht oder autologer Transplantation (z. B. mit Interponaten vom N. suralis)
- Epineuriotomie
- Epineuriektomie
- Teiltransplantation (Split-repair)
- Nerventransfers (üblicherweise bei Plexusläsionen)
- Motorische Ersatzoperationen (Muskel-Sehnen-Transfer)

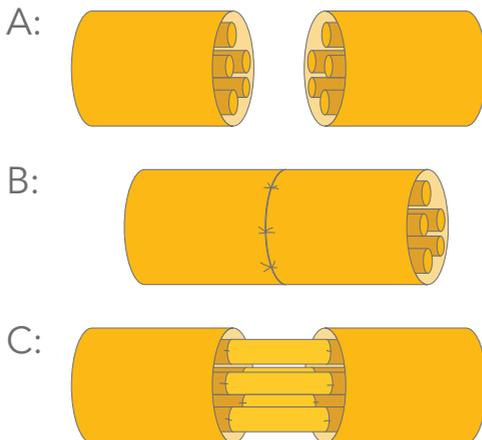


Abbildung 1: Durchtrennter Nerv (A), End-zu-End-Naht (B) und autologe Nerventransplantation (C)

Prognose

Substantielle Nervenläsionen heilen in der Regel mit einem funktionellen Defekt. Die Prognose ist entscheidend vom Zeitpunkt der Operation, der Erfahrung des Operateurs und dem zur Verfügung stehenden mikrochirurgischen Instrumentarium abhängig. Weitere einflussnehmende Faktoren sind ¹³:

- Art der Nervenverletzung (Dehnung, Quetschung, Teil- oder komplette Durchtrennung)
- Art des Nervs (motorisch, sensibel, gemischt)
- Höhe der Nervenverletzung (distal versus proximal)
- Operationstechnik (makro- versus mikroskopisch)
- Alter des Patienten
- Begleitverletzungen (Frakturen, Sehnen- und Muskeltrauma, Gefäßverletzungen)

Die Axone wachsen durchschnittlich um ca. 1 mm pro Tag. Der Zeitraum zwischen Verletzung/OP und Einstellen einer beginnenden Funktion dauert mehrere Monate. Mit einem abschließenden Ergebnis kann nach 2-3 Jahren gerechnet werden.

Fazit

Entscheidend für eine erfolgreiche Versorgung peripherer Nervenverletzungen ist das frühzeitige Erkennen dieser. Damit kann eine fachgerechte Therapie zur Erlangung der bestmöglichen Funktionswiederherstellung eingeleitet werden.

Literatur:

1. Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie (DGH), Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN), Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC), Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC), Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen (DGPRÄC), Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU): Leitlinien: Versorgung peripherer Nervenverletzungen. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/005-010.html> (Stand 30.06.2013)
2. C. A. Taylor, D. Braza, J.B. Rice et al.: "The incidence of peripheral nerve injury in extremity trauma." *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 381-385.
3. S. Sunderland: "A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function." *Brain* 1951; 74: 491-516.
4. H. Millesi: "Chirurgie der peripheren Nerven." München Wien Baltimore: Urban & Schwarzenberg Verlag: 1992.
5. R. W. Koenig, T. E. Schmidt, C.P. Heinen, C. R. Wirtz, T. Kretschmer, G. Antoniadis, M.T. Pedro. "Intraoperative high-resolution ultrasound: a new technique in the management of peripheral nerve disorders". *J Neurosurg.* 2011 Feb;114(2):514-21. doi: 10.3171/2010.9.JNS10464. Epub 2010 Nov 5.
6. R. W. Koenig, M.T. Pedro, C.P. Heinen, T. Schmidt, H.P. Richter, G. Antoniadis, T. Kretschmer: "High-resolution ultrasonography in evaluating peripheral nerve entrapment and trauma". *Neurosurg Focus.* 2009 Feb; 26(2):E13. doi: 10.3171/FOC.2009.26.2.E13. Review.
7. G. Antoniadis, M.T. Pedro, R.W. König: „Traumatische Nerven- und Plexusschäden: Prä- und klinische Versorgungsalgorithmen und Behandlungsoptionen.“ *Neurochirurgie Scan* 2013; 1: 127-142.
8. T. Scholz, A. Krichevski, A. Sumarto et al.: „ Peripheral nerve injuries: an international survey of current treatments and future perspectives.“ *J Reconstr Microsurg* 2009; 25: 339-334.
9. T. Kretschmer, C.W. Heinen, G. Antoniadis et al.: „ Iatrogenic nerve injuries.“ *Neurosurg Clin N Am* 2009; 20: 73-90.
10. R. Khan, R. Birch: „Iatropathic injuries of peripheral nerves.“ *J Bone Jt Surg Br* 2001; 83: 1145-1148.
11. G. Antoniadis, T. Kretschmer, M.T. Pedro, R.W. König, C.P.G. Heinen, H.P. Richter: „Iatrogenic Nerve Injuries - prevalence, diagnosis and treatment.“ *Deutsches Ärzteblatt International* 2014; 111(16): 273-9.
12. T. Kretschmer, G. Antoniadis, W. Borm, H.P. Richter: „Iatrogenic nerve injuries – Part 1: Frequency distribution, new aspects, and timing of microsurgical treatment.“ *Chirurg* 2004; 75: 1104-12.
13. T. Kretschmer, G. Antoniadis, H. Assmus: „Nerven Chirurgie“. Springer Verlag, 2014.

Impressum

Bezirkskliniken Schwaben (KU), Dr.-Mack-Straße 4, 86156 Augsburg
Telefon: 0821 4803-2701, Telefax: 0821 4803-2702,
E-Mail: info@bezirkskliniken-schwaben.de

Die Bezirkskliniken Schwaben sind eine Anstalt des öffentlichen Rechts des Bezirks Schwaben gemäß Art. 89 BayGO.

Eingetragen beim Handelsregister Amtsgericht Augsburg HRA 16251
Umsatzsteueridentifikationsnummer DE258212967

Die Bezirkskliniken Schwaben (KU) werden gesetzlich vertreten durch:
Thomas Düll, Vorstandsvorsitzender

Winfried Eberhardinger, stellvertretender Vorstandsvorsitzender

Zuständige Aufsichtsbehörde: Bayerisches Staatsministerium des Innern
Odeonsplatz 3, 80539 München