

Einleitung

Die traditionelle Diagnostik der peripheren Nervenerkrankungen basiert auf der Anamnese, der klinisch-neurologischen sowie der elektrophysiologischen Untersuchung. Diese Methoden evaluieren die Nervenfunktion und informieren über eine Nervenschädigung, deren Akuität, Charakter (axonal/demyelinisierend) und Regenerationsprozesse. Der morphologische Status der Nerven sowie deren Umgebung, vor allem im Bezug auf die Ätiologie der Erkrankung, kann nur durch den Einsatz der Bildgebung erörtert werden. Im letzten Jahrzehnt hat sich die Sonographie zu einem Verfahren entwickelt, das die morphologischen Veränderungen der Nerven darstellt und die Diagnose genauer spezifiziert und somit zur adäquaten therapeutischen Entscheidung als auch präoperativen Vorbereitung beiträgt.

Apparative Voraussetzungen und Untersuchungstechnik, Normalbefunde

Für die Sonographie der peripheren Nerven ist eine hohe Bildqualität von entscheidender Bedeutung. Daher ist der Einsatz von hochfrequenten Schallköpfen (>10 MHz) in Verbindung mit high-resolution-Geräten erforderlich. Darüberhinaus sollte der Untersucher über gute Anatomiekenntnisse und möglichst auch über tiefere Kenntnisse auf dem Gebiet der Erkrankungen der peripheren Nerven verfügen. Bei normalgewichtigen Personen können alle größeren Nerven der Extremitäten, die Nn. medianus, ulnaris und radialis sowie die Nn. ischiadicus, tibialis und peroneus, in deren gesamten Verlauf dargestellt werden. Bei schlanken Personen sind auch kleine sensible Nerven, wie z.B. die Nn. saphenus, peroneus superficialis oder cutaneus femoris lateralis darstellbar. Auf Transversalschnitten stellen sich periphere Nerven als runde echoreiche Strukturen mit einer wabenförmigen Echotextur dar. Die echoarmen „Waben“ entsprechen dabei den Faszikeln und die echoreichen Septen dem interfaszikulären Epineurium. Auf Longitudinalschnitten weisen größere Nerven eine typische faszikuläre Echotextur auf. Mit sensitivem Farb-Duplex können epineuriale Vasa nervorum identifiziert werden, intraneurale Gefäßsignale finden sich dagegen im Normalfall selten.

Pathologische Befunde

Bei **kompessiven Neuropathien** erlaubt die Sonographie neben der Darstellung der Nervenkompression auch die Erörterung der Ätiologie. Die am besten geeigneten Engpässe sind der Karpaltunnel (N. medianus), der Kubitaltunnel sowie die Guyon´sche Loge (N. ulnaris), der Supinator tunnel (R. profundus N. radialis), der Fibulaköpfchenbereich (N. peroneus), der Tarsaltunnel (N. tibialis), die Intermetatarsalräume (Interdigitalnerven) sowie der N. cutaneus femoris lateralis. Eine Nervenkompression wird ungeachtet der anatomischen Lokalisation durch Veränderungen der Nervenkonfiguration, der Nervenmaße sowie der Nervenechotextur

charakterisiert. Auf Longitudinalschnitten sind es eine abrupte Abflachung (Kalibersprung) des Nervs an der Kompressionsstelle und seine spindelförmige echoarme Auftreibung proximal und auch distal davon, in Abhängigkeit vom Druckgradienten. Die Auslöschung der typischen faszikulären Echotextur ist Ausdruck eines Nervenödems.

Bei Karpaltunnelsyndrom (KTS) können oft als Zusatzinformation anatomische Varianten (z.B. bifider Nerv, transretinakulärer Thenarast, atypische Muskelbäuche) oder strukturelle Veränderungen (Synovitis, Ganglion, arthrotische Veränderungen) dargestellt werden. Bei postoperativ persistierenden oder rezidivierenden Beschwerden können sonografisch insbesondere chirurgisch behandelbare Ursachen, wie die unvollständige Retinakulumspaltung oder Komplikationen wie abnorme Narbenbildung mit Nervenkompression erkannt werden. Selten können auch perioperative Nervenverletzungen oder präoperativ nicht erkannte Ursachen der Symptome wie z.B. Nerventumor oder Immunneuritis detektiert werden.

Beim Kubitaltunnelsyndrom können neben dem Engpass auch ursächliche Faktoren wie Ganglien, osteoproliferative Veränderungen bei Arthrose oder Arthritis, akzessorische Muskeln (M. anconaeus epitrochlearis) oder eine Dislokation des medialen Tricepskopfes („snapping triceps syndrome“) identifiziert werden. Auch kann eine Subluxation bzw. Luxation des Nervs aus dem Sulcus zuverlässig erkannt werden.

Da die selteneren Engpasssyndrome meistens kleinere Nerven betreffen gestaltet sich die direkte sonografische Darstellung einer Nervenkompression schwierig. Daher liegt die Rolle der Sonografie insbesondere in der Erkennung von Nachbarschaftsprozessen als komprimierenden Faktoren. So können Raumforderungen wie Ganglien, Lipome und Hämangiome bei Kompressionen des N. ulnaris in der Guyon`schen Loge, des N. medianus und des N. interosseus anterior am proximalen Unterarm oder des R. profundus N. radialis dargestellt werden. Auch gelingt es beim Thoracic-outlet-Syndrom eine Kompression des Truncus inferior bzw. des Spinalnervs C8 durch ein Band oder eine (verknorpelte) Halsrippe nachzuweisen.

Im Bereich der unteren Extremitäten können bei Kompressionssyndromen des N. peroneus im Fibulaköpfchenbereich als auch des N. tibialis im Tarsaltunnel verschiedene Raumforderungen der Weichteile (vergrößerte Bursen, extra- und intraneurale Ganglien) als ursächliche Faktoren identifiziert werden. Bei der Meralgia paraesthetica lässt sich auch bei adipösen Patienten eine Nervenkompression nachweisen und mit einer sonografisch gesteuerten Infiltration kombinieren.

Durch die Darstellung des gesamten Nervenverlaufs an der Extremität kann sonografisch das Vorliegen von **Nerventumoren** leicht überprüft werden. Bei bestimmten **generalisierten** (HMSN) oder **entzündlichen Neuropathien** (GBS, CIDP, MMN) lassen sich Nervenhypertrophien oder Nervenödeme auch an klinisch nicht betroffenen Nerven darstellen. Diese Befunde sind gegen langstreckige Nerventumore, z.B. Perineuriome oder plexiforme Neurofibrome oder eine Schwannomatose abzugrenzen.

Bei **Nerventrauma** hat die Sonographie insbesondere in der Frühphase oft eine entscheidende Bedeutung. Die Untersuchung erlaubt die Beurteilung der Kontinuität und Integrität des Nerven, die Darstellung eines Defektes mit eventueller Neuombildung als auch etwaiger externer kompressiver Faktoren. Es können dabei Aussagen über die Lokalisation, Ausmaß und Art der Schädigung getroffen werden. So lassen sich eine komplette und partielle Durchtrennung, der Abstand und Zustand der Stümpfe (Bildung eines Neuoms) oder eine Kompression des Nerven, z. B. durch dislozierte Frakturen, Hämatome oder Fremdkörper darstellen. Dadurch wird das therapeutische Prozedere direkt beeinflusst. Nicht zu vergessen sind forensische Aspekte, wobei auch iatrogene Nervenläsionen visualisiert werden.

Die Sonografie ist eine kostengünstige und schnell anzuwendende Methode, die in einem Untersuchungsgang mit der klinischen und elektrophysiologischen Untersuchung durchgeführt wird. Ein besonderer **Vorteil** der Sonografie liegt darin, dass sie erlaubt, in einer Sitzung die Nerven und Muskeln kontinuierlich im Verlauf der Extremität darzustellen. Auch sind gesteuerte Infiltrationen sonografisch einfach durchführbar. Die Methode ist jedoch untersucherabhängig und setzt eine entsprechende Ausbildung und Erfahrung voraussetzt. Auch sind Anforderungen an die apparative Ausstattung zu beachten. Physikalisch bedingt sind **Limitationen** bezüglich der Darstellbarkeit einiger Nervenstrukturen (infraklavikulärer und infrapektoraler Plexus brachialis, Plexus lumbosacralis) sowie bei adipösen Personen (Untersuchungstiefe).

Fazit

Die komplette Diagnostik peripherer Nervenerkrankungen beinhaltet neben der Evaluation der Nervenfunktion auch die Beurteilung der Nervenmorphologie. Die Sonographie ist die ideale Screeninguntersuchung bei allen Erkrankungskategorien der peripheren Nerven.