Diagnose des Karpaltunnelsyndroms – Schritt für Schritt

Helmut Buchner, Lars Schönlau

Das Karpaltunnelsyndrom (KTS) ist mit 3–4 Neuerkrankungen pro 1000 Personen und Jahr das häufigste Engpasssyndrom eines peripheren Nervs. Frauen im Klimakterium sind am häufigsten betroffen. Mechanische Belastung des Handgelenks ist ein häufiger Auslöser. Das KTS tritt ferner gehäuft u. a. in der Schwangerschaft, bei Dialysepatienten und nach Handgelenkstraumen auf.

Der Engpass im anatomisch vorgegebenen Karpaltunnel ist die Folge einer Kombination von degenerativen Veränderungen der Sehnen/Knochen und Schwellungen.

Die berichteten Beschwerden sind typischerweise kribbelnde bis brennende Missempfindungen im Versorgungsgebiet des N. medianus, oft nachts verstärkt und verbunden mit Armschmerzen (Brachialgia nocturna). Die Verteilung der Dysästhesie ist variabel, betrifft am häufigsten den Ringfinger. Anhaltende Taubheit sowie Paresen und Atrophie des M. abductor pollicis brevis sind Symptome nach langem Bestehen. Spontane Rückbildungen nach einer Schwangerschaft oder durch Entlastung von schwererer Handarbeit kommen vor [1, 2].

Klinische Untersuchung

Schritt 1

Die Untersuchung beginnt mit der Inspektion und der Prüfung der passiven Beweglichkeit von Hand- und Fingergelenken.

Die Sensibilitätsstörungen betreffen bei ca. 40% der Betroffenen die volaren Fingerkuppen. Es gibt eine große Variabilität des betroffenen Gebiets innerhalb des Versorgungsgebiets des N. medianus (► **Abb. 1 a**) [3]. Durch Beklopfen des Nervs am volaren Handgelenk kann ein kribblig-brennendes Gefühl im Versorgungsgebiet ausgelöst werden. Dieses Hofmann-Tinel-Zeichen ist wenig sensitiv, aber recht spezifisch für eine Läsion des Nervs.

Die Dysästhesien können mit dem Phalen-Test provoziert werden (► **Abb. 1 b, c**). Die Handhaltung wird bis zum sicheren Auslösen der Sensibilitätsstörung bzw. bis zu 2 Minuten gehalten.

Die Handkraft wird geprüft. Zur Prüfung der Kraft des M. abductor pollicis brevis wird der Daumen senkrecht zur Handfläche gegen einen Finger des Untersuchers abduziert (► **Abb. 1 d**). Gleichzeitig kann beurteilt werden, ob eine Atrophie vorliegt. Die Kraftprüfung wird immer im Seitenvergleich ausgeführt.

Merke

Leitsymptome des KTS sind Missempfindungen im Versorgungsgebiet des N. medianus, zumeist an der volaren Seite der Fingerkuppen 1 bis 3. Die Missempfindungen werden durch Belastung der Hand provoziert und sind nächtlich betont, oft verbunden mit einem Armschmerz. Paresen und Atrophien treten erst nach langem Verlauf und selten isoliert auf.

Klinische Befunde, die für bzw. gegen ein KTS sprechen sind in Box 1 zusammengefasst.

Bei typischer Anamnese und Befund gibt es wenige und selten Differenzialdiagnosen, die in Box 2 mit ihren Leitsymptomen zusammengefasst sind.

► **Abb. 1** Klinische Untersuchung: Gebiet der Sensibilitätsstörung (a). Handhaltung des Phalen-Tests (b, c). Haltung des Daumens senkrecht zur Handfläche bei der Kraftprüfung des M. abductor pollicis brevis (d).

BOX 1

Klinische Befunde

Pro KTS

Dysästhesien im Versorgungsgebiet
nächtlich oder nächtlich verstärkt
mit Handarbeit verstärkt
Besserung durch Entlastung
und „Ausschütteln“ der Hand
Provokation (Phalen-Test) positiv
keine Paresen – keine Atrophie
nächtlicher Armschmerz

Kein KTS

über das N. medianus Gebiet hinaus
unabhängig von Tag/Nacht
keine Verstärkung mit Handarbeit
keine Besserung durch Entlastung
Provokationstest negativ
Paresen mit Beginn
Nackenschmerz

BOX 2

Differenzialdiagnosen

Radikulopathie C7

Arthrose Daumen-
grundgelenk

Polyneuropathie

Immunneuropathien mit
Beteiligung einzelner Ner-
ven, z. B. multifokal motori-
sche Neuropathie

Hereditäre Neuropathie mit
Neigung zu Druckparesen

Leitsymptome

- Nacken-Arm-Schmerz
- Kopfhaltung provoziert
- Kennmuskel M. triceps brachii mit Muskeleigenreflex (TSR)
- Paresen mit Beginn
- Kennreflexe abgeschwächt
- Sensibilitätsstörung über N.-medianus-Gebiet hinaus
- lokaler Schmerz verstärkt durch Bewegung und Druck auf das Gelenk
- Schwellung/Rötung
- Anamnese – z. B. Diabetes mellitus
- Sensibilitätsstörung über N.-medianus-Gebiet hinaus
- herabgesetztes Vibrationsempfinden an den Innenknöcheln
- geminderte/ausgefallene Muskel-eigenreflexe (ASR)
- multiple einzelne Nerven sind betroffen – proximale Konduktionsblöcke
- in Sonografie verdickte Nerven
- multiple Engpassläsionen – rezidivierend – genetische Diagnostik

Neurophysiologische Untersuchung

Schritt 2

Die Neurografie des N. medianus mit der Bestimmung der distal motorischen Latenz ist der Goldstandard in der Zusatzdiagnostik [4, 5].

Die motorische Neurografie wird mit der Markierung der Orte für die Ableitung und Stimulation vorbereitet (► Abb. 2). Die Ableitkathode wird über die Mitte des M. abductor pollicis brevis platziert, die Anode am distalen Daumen. Die Stimulation am Handgelenk erfolgt im festgelegten Abstand von 7 cm proximal der Ableitkathode zwischen den Sehnen des M. palmaris longus und des M. flexor carpi radialis. Die Stimulation des N. medianus in der Ellenbeuge erfolgt wenig medial der Sehne des M. biceps brachii.

Merke

Die Neurografie des N. medianus mit Bestimmung der distal motorischen Latenz ist der Goldstandard in der Zusatzdiagnostik.

Schritt 3

Das Erdeband wird um das Handgelenk zwischen Ableit- und Stimulationselektrode befestigt. Bei feuchten Bändern ist auf ausreichend, aber nicht zu viel Wasser zu achten, um einen guten Kontakt zu sichern und elektrische Brücken zwischen Stimulation bzw. Ableitung zu verhindern. Die Ableit- und Stimulationselektroden werden mit wenig Kontaktgel oder Paste mit Klebestreifen befestigt. Der Temperaturmesser wird in der Hohlhand befestigt.

Die Temperatur in der Hand muss mindestens 33°C betragen. Ist das nicht der Fall, muss insbesondere bei

► Abb. 2 Motorische Neurografie des N. medianus: Vorbereitung.

grenzwertigen Befunden die Hand aufgewärmt werden. Dies erfolgt am besten in einem Wasserbad. Alternativ haben sich an der Heizung oder in der Mikrowelle erwärmte Gelkissen bewährt. Sie sind gut zu nach Hygienestandards zu reinigen und preiswert.

Schritt 4

Die Stimulation erfolgt mit Rechteckstromimpulsen von 0,2 ms Dauer und einer Position der Kathode nach distal. Mit einer Reizstärke, die so eben zu einer Erregung des Zielmuskels führt, wird die Position des Stimulators durch Verschieben quer zur Richtung des Nerven optimiert. Anschließend wird die Reizstärke in Stufen von ca. 5 mA erhöht, bis die Amplitude des Muskelaktionspotenzials (MAP) nicht weiter ansteigt. Dabei wird die durch die Stimulation erzeugte Handbewegung beobachtet. Eine Änderung deutet auf eine Mitstimulation des N. ulnaris hin. Folgend wird mit einer Darstellung in einer Verstärkung von 0,2 mV die Form des Nulllinienabgangs geprüft. Dieser muss rechteckig nach negativ erfolgen. Bei einem positiven Beginn muss die Position der Ableitelektrode in der Faserrichtung des Muskels verschoben werden, bis ein Nulllinienabgang rechteckig nach negativ registriert

► Abb. 3 Motorische Neurografie des N. medianus: Aufbau der Untersuchung am Handgelenk (a) und der Ellenbeuge (b).

► **Tab. 1** Normalwerte motorische Neurografie; nach [5, 8].

Nerv	Überleitzeit: oberer Grenzwert [ms]	NLG: unterer Grenzwert [m/s]	Amplitude: unterer Grenzwert Peak-Peak [mV]	Amplitude: unterer Grenzwert Basis-Peak* [mV]
N. medianus	4,2 (4,5)	48	8	4
N. ulnaris	3,5	50	8	6

* [5]

wird. Die Latenz des Muskelaktionspotenzials wird bei einer Verstärkung von 0,2 mV bestimmt und dokumentiert. Die Amplitude des MAP wird bei einer Verstärkung gemessen und dargestellt, die die gesamte Kurve darstellt. Gemessen wird vom höchsten negativen zum höchsten positiven Gipfel, alternativ von der Nulllinie zum höchsten negativen Potenzial – Achtung, unterschiedliche Normalwerte (► **Tab. 1**).

► VIDEO

► **Video 1** Motorische Neurografie des N. medianus: Bewegung der Hand durch Stimulation des N. medianus.

Handgelenk	5,1 ms	5,9 mV
Ellenbeuge	9,6 ms	5,7 mV
Distanz	22,5 cm	
Nervenleitgeschwindigkeit	50 m/s	
Temperatur	33,2 °C	

Schritt 5

Die Distanz zwischen dem Ort der Stimulation und der Ableitkathode über dem M. abductor pollicis brevis wird erneut gemessen sowie die zwischen der am Handgelenk und in der Ellenbeuge. Mit den gemessenen Latenzen wird die Nervenleitgeschwindigkeit berechnet. Die Untersuchung wird mit allen Parametern dokumentiert.

Box 3 fasst Fehler der motorischen Neurografie des N. medianus und geeignete Methoden zur Abhilfe zusammen.

BOX 3

Fehler bei der motorischen Neurografie

Fehler	Abhilfe
kein scharf positiver Abgang des MAP	<ul style="list-style-type: none"> Optimieren der Position der Ableitkathode
verlängerte DML (DML = distal motorische Latenz)	<ul style="list-style-type: none"> Kathode distal? Distanz Stimulation – Ableitung prüfen (Ableitdistanz 7 cm)
hohe Reizstärke	<ul style="list-style-type: none"> Optimieren der Position der Stimulationskathode bei einer Reizstärke, die soeben ein MAP erzeugt Bei hoher Reizstärke kann in der Position der N.-medianus-Stimulation der N. ulnaris gereizt werden – auf die stimulierte Bewegung achten
Temperatur in der Hohlhand unter 33 °C	<ul style="list-style-type: none"> bei pathologischer DML – aufwärmen (warme Gelkissen)

► **Abb. 4** Motorische Neurografie des N. medianus: Dokumentation der Untersuchung.

Entscheidungsbaum

Schritt 6

Vor einer diagnostischen Entscheidung sind die Differenzialdiagnosen zu prüfen (Box 2) und ggf. bestehende verursachende Befunde, Krankheiten oder eine Schwangerschaft zu klären.

Das Untersuchungsergebnis wird wie im Entscheidungsbaum dargestellt bewertet. Eine distale motorische Latenz über 4,2 ms gilt als pathologisch. Wir bewerten eine Latenz von 4,2 bis 4,5 ms wegen gelegentlichen verlängerten Latenzen auch bei Gesunden und nicht bemerkten Fehlern bei der Untersuchung als nicht ausreichend sicher.

Ist die distal motorische Latenz (DML) der motorischen Neurografie der N. medianus verlängert, erfolgt bei Hinweis auf eine generalisierte Neuropathie (Polyneuropathie – PNP) die Untersuchungen des N. ulnaris. Die distale Latenz des Nervs im Vergleich zu der des N. medianus schließt eine generalisierte Störung aus oder belegt sie.

Die Amplitude des Muskelaktionspotenzials (MAP) ist nur bei deutlicher Minderung von Bedeutung. Dann muss geprüft werden, ob es eine generalisierte Erkrankung mit Muskelatrophie gibt.

► **Tab. 1** fasst die gebräuchlichen Normalwerte zusammen.

Schritt 7

Die motorische Neurografie des N. ulnaris wird vorbereitet mit der Markierung der Orte für die Ableitung und Stimulation (► **Abb. 6**). Die Ableitkathode wird über die Mitte des M. abductor digiti minimi platziert, die Anode am distalen Kleinfinger. Die Stimulation am Handgelenk erfolgt im festgelegten 7 cm Abstand palmar der Sehne des M. flexor carpi ulnaris.

► **Abb. 6** Motorische Neurografie des N. ulnaris: Vorbereitung.

► **Abb. 5** Entscheidungsbaum: Bewertung der motorischen Neurografie des N. medianus und folgende Entscheidungsschritte.

Schritt 8

Die motorische Neurografie des N. ulnaris wird analog der des N. medianus ausgeführt (siehe Schritt 3).

► **Abb. 7** Motorische Neurografie des N. ulnaris: Aufbau der Untersuchung am Handgelenk.

Schritt 9

Die motorische Neurografie des N. ulnaris wird analog der des N. medianus ausgeführt (siehe Schritt 4).

VIDEO

► **Video 2** Motorische Neurografie des N. ulnaris: Bewegung der Hand durch die Stimulation des N. ulnaris.

Schritt 10

Die Distanz zwischen der Stimulation und dem M. abductor digitorum V. wird erneut gemessen. Die Untersuchung wird mit allen Parametern dokumentiert. Eine um mehr als 1 ms längere distale motorische Latenz des N. medianus als die des N. ulnaris gilt als Beleg für eine distale Läsion der N. medianus.

► **Abb. 8** Motorische Neurografie des N. ulnaris: Dokumentation der Untersuchung.

Normale DML

Schritt 11

Die distale motorische Latenz (DML) der motorischen Neurografie der N. medianus ist normal.

Bei weiter bestehendem klinischem Verdacht auf ein KTS erfolgt die sensible Neurografie des N. medianus. Diese gilt als sensibler als die motorische Neurografie. Das Erleband und der Temperaturmesser werden angebracht.

Wir bevorzugen die orthodrome Technik (Infobox 1). Zur Untersuchung wird mit Ringelektroden der klinisch am meisten betroffene Finger mit Stromimpulsen von 0,2 ms Dauer und einer Reizstärke des Dreifachen der sensiblen Schwelle stimuliert, Kathode proximal um das Grundgelenk. Abgeleitet wird mit Nadelelektroden, einmal zu verwendenden Akupunkturnadeln. Die Kathode wird am Ort der motorischen Stimulation senkrecht zur Haut eingestochen. Die Anode wird unter die Haut in einem Abstand von ca. 4 cm weiter proximal platziert. Zur Messung werden Zeitepochen nach 8 bis 50 Stimulationen gemittelt.

► **Abb. 9** Sensible Neurografie des N. medianus: Untersuchungsaufbau.

► **Tab. 2** Normalwerte sensible Neurografie Nach [8,9]

Nerv	NLG: unterer Grenzwert [m/s]	Amplitude: unterer Grenzwert [μ V]
N. medianus	45	12*/6,9
N. ulnaris	50	15*/5,8

INFOBOX 1

Sensible Neurografie

Antidrome vs. orthodrome Technik

Die antidrome Technik kann kein supramaximal stimulierte Nervenantwortpotenzial messen, weil bei hoher Reizstärke das dann ebenfalls stimulierte Muskelaktionspotenzial die sensible Antwort überlagert. Bei einer erniedrigten Leitgeschwindigkeit nur der sensiblen Fasern führt diese Überlagerung dazu, dass kein Nervenantwortpotenzial identifiziert werden kann.

Die orthodrome Technik hat diese Einschränkung nicht. Normalwerte ► **Tab. 2**).

Oberflächen- vs. Nadelelektroden

Die Amplitude des Nervenantwortpotenzials wird mit einem Abstand von 5 mm zwischen dem Nerv und den Ableitelektroden um ca. 50% erniedrigt. Mit Nadelelektroden dicht am Nerv können Nervenantwortpotenziale mit maximaler Amplitude gemessen sowie niedrige Amplituden und chronodisperse Potenziale identifiziert werden. Gut geeignet sind einmal zu verwendende Akupunkturnadeln.

Schritt 12

Das Nervenantwortpotenzial kann einen positiven Nulllinienabgang haben, dann wird der erste positive Gipfel als Latenz gemessen. Bei einem rechteckigen, nach negativ gerichteten Kurvenverlauf wird dieser Abgang gemessen. Die Distanz zwischen der Stimulationskathode und der Ableitkathode wird gemessen und die Leitgeschwindigkeit aus den Parametern berechnet. Eine Nervenleitgeschwindigkeit unter 45 m/s gilt als pathologisch.

► **Tab. 2** fasst die gebräuchlichen Normalwerte zusammen.

Merke

Die vergleichende Untersuchung der distal motorischen Latenz des N. medianus zu der des N. ulnaris erhöht die Sensitivität und Spezifität der Untersuchung. Die sensible Neurografie kann die Sensitivität weiter erhöhen.

► **Abb. 10** Sensible Neurografie des N. medianus: Dokumentation der Untersuchung.

Schritt 13

Zur abschließenden Diagnose werden die Anamnese, der klinische Befund und die Messergebnisse kritisch geprüft und zusammengefasst.

Mit den Schritten und dem Entscheidungsbaum ist in seltenen Fällen keine eindeutige Festlegung möglich. Dann entscheiden wir uns in Absprache mit dem Patienten regelmäßig zu einer konservativen Therapie und Verlaufsuntersuchung. Von anderen Autoren wird die Untersuchung der klinisch nicht oder geringer betroffenen Hand als Vergleich empfohlen bzw. erweiterte neurografische Methoden (Infobox 2).

INFOBOX 2

Erweiterte neurografische Methoden

Die oben dargestellten neurografischen Untersuchungen haben eine begrenzte Sensitivität [5].

Eine höhere Sensitivität mit speziellen neurografischen Methoden ist möglich [5].

Ihr Nachteil liegt in einer begrenzten Reproduzierbarkeit. Wir stellen keine Indikation zu einer Dekompressionsoperation fußend ausschließlich auf den Befund einer erweiterten Methode.

Zu diesen Methoden zählen wir:

Sensible Neurografie auf einem kurzen Abschnitt mit Stimulation des N. medianus et ulnaris und orthodrome Ableitung distal und proximal des Handgelenks [5].

Motorische Neurografie mit Stimulation des N. medianus et ulnaris am Handgelenk und Ableitung über dem zweiten palmaren Interdigitalraum (vom M. lumbricalis II (N. medianus) und M. interosseus II (N. ulnaris)). [7]

Bei einer Unsicherheit in der Abgrenzung zu Differenzialdiagnosen (Box 2) kann eine Elektromyografie der Kennmuskeln die Entscheidungen sichern. In der Regel ist sie nicht erforderlich.

Die Sonografie des N. medianus bietet in klassischen Fällen keinen Vorteil gegenüber der Neurografie. Nur letztere misst die Funktion des Nervs. Der Zusatznutzen der Sonografie liegt in der Darstellung von Anomalien bei z.B. Traumata oder Raumforderungen als mögliche Ursache für eine Kompression. Die Sonografie ist darüber hinaus indiziert bei postoperativ anhaltenden oder wiederkehrenden Beschwerden. Dann kann eine mögliche Ursache, z.B. ein inkomplett gespaltenes Band, gefunden werden.

Die Magnetresonanztomografie hat keinen Vorteil gegenüber der Sonografie.

Zur Therapie des KTS hat sich ein Stufenschema bewährt (Infobox 3 und [1]).

Merke

Spezielle neurografische Techniken haben eine hohe Sensitivität zulasten einer geringeren Reproduzierbarkeit. Bildgebende Untersuchungen sind nur bei speziellen Fragestellungen indiziert.

Das Stufenschema der Therapie ist in der Infobox 3 zusammengefasst.

INFOBOX 3

Stufenschema der Therapie

Beschwerden	Therapie
nur nächtliche Dysäthesien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ volare Handgelenkschiene ▪ Überprüfung nach 4 Wochen
Symptome akut oder wiederkehrend ohne Paresen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kortison in den Karpaltunnel als Alternative zur operativen Dekompression
Symptome deutlich ohne vermeidbaren Auslösen und länger bestehend oder Handgelenkschiene ohne anhaltende Besserung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ operative Dekompression

FAZIT

Die Diagnose eines Karpaltunnelsyndroms ist nur bei eindeutiger Anamnese (Box 1), klinischem und neurografischem Befund sowie dem Ausschluss von Differenzialdiagnosen (Box 2) gesichert. Die neurografischen Untersuchungen müssen dazu fehlerfrei ausgeführt werden (Box 3). Nur dann kann eine operative Dekompression indiziert werden.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren

Helmut Buchner

Prof. Dr. med. Medizinstudium in Münster und Aachen. Weiterbildung zum Facharzt für Nervenheilkunde und Neurologie in Aachen und Gangel. Oberarzt an der Klinik für Neurologie am Universitätsklinikum Aachen. 2000–2016 Chefarzt der Klinik für Neurologie und klinische

Neurophysiologie, Klinikum Vest – Knappschafts Krankenhaus Recklinghausen. Leiter der Fortbildungsakademie DGKN. Herausgeber: Klinische Neurophysiologie und Neurophysiologie Labor.

Lars Schönlaue

Dr. med. Medizinstudium an der Ruhr-Universität Bochum. Oberarzt an der Klinik für Neurologie am Knappschafts Krankenhaus Universitätsklinikum Bochum.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Helmut Buchner

Klinikum Vest – Knappschafts Krankenhaus
Dorstener Str. 156
45657 Recklinghausen
helmut.buchner@klinikum-vest.de

Literatur

- [1] AWMF. Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms AWMF-Register Nr. 005/003 aktuell in Revision
- [2] Müller-Vahl H et al. Läsionen peripherer Nerven und radikuläre Syndrome 10. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014
- [3] Stewart JD. Peripheral nerve fascicles: anatomy and clinical relevance. Muscle Nerve 2003; 28: 525–541
- [4] Bischoff C, Buchner H. SOPs in klinischer Neurophysiologie. Stuttgart: Thieme 2018
- [5] Preston DC, Shapiro BE. Electromyography and Neuromuscular Disorders 3rd ed. London, New York, Oxford, St Louis, Sydney, Toronto: Elsevier; 2013
- [6] Bischoff C, Pöschl P, Dreger J et al. Kontra – Bilduntersuchungen in der Diagnostik der Erkrankungen peripherer Nerven – nur in Ausnahmefällen sinnvoll und notwendig. Klin Neurophysiol 2015; 10: 93–96
- [7] Löscher WN, Auer-Grumbach M, Trinka E et al. Comparison of second lumbrical and interosseus latencies with standard measures of median nerve function across the carpal tunnel: a prospective study of 450 hands. J Neurol 2000; 7: 530–534
- [8] Bischoff C, Dengler R, Hrsg. EMG · NLG, 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018
- [9] Stöhr M, Pfister R. Klinische Elektromyographie und Neurographie, Lehrbuch und Atlas, 6. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer 2014

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0823-0208>
Neurologie up2date 2019; 2: 231–239
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 2511-3453