

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin
-----------------	---

AWMF-Register Nr.	005/003	Klasse:	S3
--------------------------	----------------	----------------	-----------

Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms

S3 Leitlinie

der

**Deutschen Gesellschaft für Handchirurgie,
Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie,
Deutschen Gesellschaft für Neurologie,
Deutschen Gesellschaft für Orthopädie
und Unfallchirurgie**

unter Beteiligung der

**Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie,
Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung,
Deutschen Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen**

Update (revidierte Fassung) 2022

Herausgeber

Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie (Geschäftsstelle, Vorstand)

Straße des 17.Juni 106-108 , 10623 Berlin Email:sekretariat@dg-h.de

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (Geschäftsstelle, Vorstand)

Conventus Congressmanagement u. Marketing GmbH

Carl-Pulfrich-Str. 1, 07745 Jena Email: sgs@dgnc.de

Autoren: Antoniadis G, Bischoff C, Dumont C, Dillmann U, Frick A, Kastrup O, Langer M, Mailänder P, Schädel-Höpfner M, Schwerdtfeger K, Wüstner-Hofmann M

Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie, Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie:

Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms. Version 2022 von 1/2022

<https://www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html>

Danksagung

Dieses Update basiert auf den 2006 und 2012 publizierten Vorgängerversionen[1, 2]. Die Autoren möchten sich an dieser Stelle ganz herzlich bei den am Update nicht mehr beteiligten Mitgliedern der damaligen Leitlinienarbeitsgruppen für Ihre exzellente Vorarbeit bedanken. Insbesondere gilt unser Dank Hr. Dr. Assmus, der als einer der beiden unermüdlichen Leitlinienkoordinatoren wesentlich zum Zustandekommen der Vorgängerversionen beigetragen hat. Hr. Dr. Assmus stand uns erfreulicherweise für das Update noch als externer Berater zur Verfügung.

Wir danken allen Mandatsträgern und Experten für die ausschließlich ehrenamtliche Mitarbeit an der Aktualisierung der S3-Leitlinie. Unser Dank gilt außerdem Hr. Farhad Shokraneh und seinem Team von Systematic review für Recherche, Auswahl und Bewertung der Literatur und Erstellung des Evidenzberichts sowie Fr. Petra Ecker für ihre Unterstützung im Leitliniensekretariat.

Was gibt es Neues?

Für das Update wurden insgesamt 8 Themenbereiche definiert, die einer Neubewertung der Evidenz nach dem GRADE-System unterzogen wurden. Hierfür wurden entsprechende PICO-(PATIENT-INTERVENTION-CONTROL-OUTCOME) Fragen formuliert, für die eine systematische Literaturrecherche durchgeführt wurde mit dem Ziel, jeweils eine Metaanalyse durchzuführen. Bei vier Themen konnten keine Studien gefunden werden, die eine ausreichende Qualität für eine Metaanalyse aufwiesen. Die verbliebenen vier Themen umfassten:

- Die **Wertigkeit der hochauflösenden Ultraschallsonografie**. Es zeigte sich bei moderater Studienqualität eine Sensitivität von 74% (95% CI: 68%-81%) und bei niedriger Studienqualität eine Spezifität von 77% (95% CI: 67%-87%) gegenüber der klinischen Untersuchung. Aus diesem Grund kann die Notwendigkeit einer routinemäßig durchzuführenden Sonographiediagnostik nicht belegt werden. Es besteht aber eine schwache Empfehlung für dieses Diagnoseverfahren (**Empfehlung 9.3**), insbesondere bei unklaren Fragestellungen
- Der **Vergleich der ultraschallgesteuerten, lokalen Infiltration von kristalloidem Kortison mit der nicht ultraschallgesteuerten Technik**. Trotz der zum Teil guten Studienlage konnte aufgrund der sehr geringen Effektstärke bei Anwendung der ultraschallgesteuerten Variante nur eine schwache Empfehlung für die Anwendung ausgesprochen werden (**Empfehlung 11.1.4**)
- Der **Vergleich der „Low-Level-Lasertherapie“ mit einer Sham-Therapie**. Bei diesem Thema fand sich z.T. ein deutlicher Effekt. Die Inkonsistenz der Studien und vor allem das Bias-Risiko werteten die Evidenz jedoch ab, sodass auch hier nur eine schwache Empfehlung für die Anwendung des Verfahrens gegeben wurde (**Empfehlung 11.1.5**).
- Der **Vergleich der Durchführung einer offenen Operation in Blutsperrung mit der WALANT-(Wide awake local anesthesia no tourniquet) Technik**. Hier zeigte sich mit Ausnahme des periprozeduralen Schmerzes, der für die WALANT-Technik spricht, keine signifikante Differenz im Outcome. Die Wahl des Verfahrens muss daher den Präferenzen des Operateurs überlassen werden (**Empfehlung 11.2.11**).

Die Ableitung der Empfehlungen für die vier Themenbereiche, zu denen keine Metaanalyse vorgenommen werden konnte, beruht auf nicht randomisierten Vergleichsstudien, Beobachtungsstudien oder retrospektiven Studien. Die Qualität der Evidenz wurde nach dem GRADE-Schema als sehr niedrig bewertet. Es erfolgte in diesen Fällen auch keine Aufschlüsselung nach verschiedenen Outcome-Maßen. Die Formulierung der Empfehlung und der Empfehlungsgrad wurde im Nominalen Gruppenprozess abgestimmt.

Für das Update der Leitlinie wurde die Struktur geändert: Dem erläuternden Text wurden Statements und Empfehlungen vorangestellt, die aus dem Text der Vorgängerleitlinie extrahiert wurden. Bei den Empfehlungen, für die keine systematische Neubewertung erforderlich war, wurde die Evidenz weiterhin nach dem Oxford-Schema dargestellt. Sofern erforderlich wurden die Empfehlungen gemäß des Empfehlungsgrades sprachlich angepasst.

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick:

1. Das nächtliche „Einschlafen der Hand“ ist ein typisches Erstsymptom und nahezu pathognomonisch für das KTS. (**Statement 5.1**)
2. Als relevante Methode zum zuverlässigen Nachweis eines KTS soll die elektroneurographische Diagnostik durchgeführt werden (**Empfehlung 8.1**)
3. Bei Indikation zur konservativen Therapie soll eine Handgelenksschiene nachts angelegt werden (**Empfehlung 11.1.2**)
4. Bei anhaltenden sensiblen und/oder motorischen Ausfallserscheinungen wie Beeinträchtigung der Stereoästhesie und Nachlassen der Abduktions- und Oppositionskraft des Daumens bzw. Thenaratrophy sowie bei relevanten den Patienten beeinträchtigenden oder durch konservative Therapie nicht gebesserten insbesondere schmerzhaften Parästhesien soll eine Operation erfolgen (**Empfehlung 11.2.1**)
5. Eine routinemäßige Epineurotomie soll bei Ersteingriffen nicht erfolgen (**Empfehlung 11.2.13**)

Inhalt

HERAUSGEBER	2
WAS GIBT ES NEUES?	3
DIE WICHTIGSTEN EMPFEHLUNGEN AUF EINEN BLICK:	4
1. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK	7
1.1 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG	7
1.2 VERSORGUNGSBEREICH	7
1.3 PATIENTENZIELGRUPPE	7
1.4 ANWENDERZIELGRUPPE/ADRESSAT*INNEN	7
1.5 WEITERE DOKUMENTE ZU DIESER LEITLINIE	8
2. DEFINITION	8
3. VORKOMMEN HÄUFIGKEIT	8
4. URSACHEN PATHOGENESE	9
5. SYMPTOME	11
6. BEGLEITERKRANKUNGEN	12
7. KLINISCHE UNTERSUCHUNG	13
8. ELEKTROPHYSIOLOGISCHE DIAGNOSTIK	16
8.1 MOTORISCHE NEUROGRAPHIE:	17
8.2 SENSIBLE NEUROGRAPHIE	17
8.3 ZUSÄTZLICHE NEUROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN	18
8.5 DIAGNOSTISCHE BESONDERHEITEN:	18
9. WEITERE ZUSATZDIAGNOSTIK	19
10. DIFFERENZIALDIAGNOSEN	22
11. THERAPIE	22
11.1 KONSERVATIVE BEHANDLUNG	23
11.2 OPERATIVE BEHANDLUNG	28
12. NACHBEHANDLUNG	39

13	<u>PROGNOSE UND VERLAUF</u>	40
14	<u>KOMPLIKATIONEN</u>	41
15	<u>REVISIONSEINGRIFFE</u>	42
16	<u>KLINISCHER ALGORITHMUS</u>	46
17	<u>QUALITÄTSINDIKATOREN</u>	47
18	<u>WICHTIGE FORSCHUNGSFRAGEN</u>	47
19	<u>INFORMATIONEN ZU DIESER LEITLINIE</u>	48
19.1	ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE	48
19.1.1	LEITLINIENKOORDINATOREN/ANSPRECHPARTNER	48
19.1.2	BETEILIGTE FACHGESELLSCHAFTEN UND ORGANISATIONEN	49
19.1.3	PATIENTENBETEILIGUNG	50
19.1.4	METHODISCHE BEGLEITUNG	50
19.2	METHODISCHE GRUNDLAGEN	51
19.3	LITERATURRECHERCHE	52
19.4	EVIDENZBEWERTUNG	52
19.5	STRUKTURIERTE KONSENSFINDUNG	52
19.6	EMPFEHLUNGSGRADUIERUNG UND FESTSTELLUNG DER KONSENSSTÄRKE	53
19.6.1	FESTLEGUNG DES EMPFEHLUNGSGRADES	53
19.6.2	FESTSTELLUNG DER KONSENSSTÄRKE	54
20	<u>REDAKTIONELLE UNABHÄNGIGKEIT</u>	54
20.1	FINANZIERUNG DER LEITLINIE	54
20.2	DARLEGUNG VON INTERESSEN UND UMGANG MIT INTERESSENKONFLIKTEN	55
22	<u>GÜLTIGKEITSDAUER UND AKTUALISIERUNGSVERFAHREN</u>	55
23	<u>VERWENDETE ABKÜRZUNGEN</u>	56
24	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	57
25	<u>ANLAGE: ZUSAMMENFASSUNG DES EVIDENZBERICHTES (ENGLISCH)</u>	71
	<u>GRADE (SUMMARY OF FINDINGS TABLE)</u>	71
	QUESTION 2:	71
	QUESTION 3	71
	QUESTION 4	74
	QUESTION 8	75

1. Geltungsbereich und Zweck

1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Das Update der Leitlinie soll die derzeit aktuellen Methoden in Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms darstellen. Wegen der großen praktischen Bedeutung dieses häufigen Nervenkompressionssyndroms sah die Arbeitsgruppe die Notwendigkeit einer Überarbeitung der Leitlinie. Im Rahmen des ersten Treffens für das Update wurden insgesamt 8 Themenbereiche definiert, für die eine systematische Recherche und Evidenzbewertung der seit der Veröffentlichung der letzten Version publizierten Literatur vorgenommen werden sollte. Dies umfasste die Wertigkeit der bildgebenden Diagnostik, nichtoperative Behandlungsverfahren, über die in letzter Zeit vermehrt in wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Medien berichtet wurde, einige strittige Indikationen sowie die Notwendigkeit einer Blutsperrung bei offenen Operationen. Die für die Recherche formulierten PICO-(Patient-Intervention-Control-Outcome) Fragen finden sich in Kapitel 19.4.

1.2 Versorgungsbereich

Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms hat sich überwiegend in den ambulanten/vertragsärztlichen Bereich verlagert. Eine stationäre Behandlung kann nur noch in begründeten Ausnahmefällen erfolgen. Krankenhäuser können aber gemäß dem Katalog ambulant durchführbarer Operationen und sonstiger stationärer Eingriffe gemäß § 115b Abs. 1 SGB V die operative Behandlung ambulant erbringen. Eine Rehabilitation im Rahmen der Behandlung des Krankheitsbildes ist in der Regel nicht erforderlich.

1.3 Patientenzielgruppe

Zielgruppe sind Patienten mit Schmerzen und neurologischen Symptomen im Bereich der oberen Extremität insbesondere der Hände. Sie soll eine Hilfestellung bei der Diagnose bzw. Differenzialdiagnose des Karpaltunnelsyndroms und ein Leitfaden für eine adäquate Therapie auf Basis der besten, derzeit verfügbaren Evidenz sein.

1.4 Anwenderzielgruppe/Adressat*innen

Die Empfehlungen dieser Leitlinie richten sich vorrangig an Handchirurg*innen, Neurochirurg*innen, Orthopäde*innen, Neurolog*innen, Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurg*innen, Neurophysiolog*innen, Unfallchirurg*innen und dienen zur Information der Kooperationspartner der Ärzteschaft (z. B. Fachberufe im Gesundheitswesen, Kostenträger), betroffener Patienten und gegebenenfalls deren persönlichen Umfeldes (z. B. Eltern, Partner) sowie der Öffentlichkeit.

1.5 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

- Leitlinienreport mit Evidenztabelle
- Kurzversion (geplant)
- Patientenversion (geplant)

<https://www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html>

2. Definition

Empfehlungen/Statements

keine

Hintergrundtext

Beim Karpaltunnelsyndrom (KTS) handelt es sich um ein Beschwerdebild aufgrund einer Druckschädigung des N. medianus (Mittelnerv) im Karpaltunnel (knöchern - bindegewebiger Kanal an der Handwurzel) durch ein Missverhältnis zwischen Weite und Inhalt des Tunnels. Leitsymptom: "Hände schlafen ein".

3. Vorkommen Häufigkeit

Empfehlungen/Statements

Keine

Hintergrundtext

Das KTS ist das häufigste Engpass-Syndrom eines peripheren Nervs. Die divergierenden epidemiologischen Daten beruhen auf dem Fehlen einer einheitlichen und allgemein akzeptierten Klassifikation (und Stadieneinteilung). Es besteht allenfalls Übereinstimmung darin, dass die Kombination von elektrodiagnostischem Befund und typischer klinischer Symptomatik die beste Grundlage für eine Klassifikation wäre [3].

Untersuchungen der erwachsenen Bevölkerung Südschwedens ergaben dort eine **Häufigkeit (Prävalenz)** von 14,8% für die typischen Symptome des KTS und von 4,9% für die elektroneurographisch verifizierten Fälle [4]. In einer Metaanalyse aus 87 Studien zeigte sich eine Prävalenz von 10,6%

(95% CI 7,8-14,12) [5] Die **Inzidenz** (Zahl der Neuerkrankungen) wurde mit 3,45 Fällen auf 1000 Einwohner und Jahr angegeben [6] bzw. 3,3 Fällen in einer italienischen Studie [7].

In der bereits erwähnten Metaanalyse [5] fand sich in den Verlaufsstudien eine Inzidenz von 10,4 (95% CI 8,9-11,9)/1000 Personen und Jahr.

Frauen sind wesentlich häufiger betroffen als Männer (72% Frauen: Geoghegan et al 2004, OR 1,9) (95% CI 1.6-2.2) [5], ebenso Übergewichtige im Vergleich mit Normalgewichtigen [4], [8], [5]. Die Inzidenz ist 3-7mal so hoch bei körperlich (blue-collar workers) als bei nicht körperlich Arbeitenden (white-collar workers) [9], [10]. Dies bestätigte sich in einer Metaanalyse [11], wobei sich exakte Werte für Prävalenz bzw. Inzidenz nicht bestimmten Berufsgruppen zuordnen ließ.

Die höchste Inzidenz findet sich zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr [5]; aber auch bei Jugendlichen und in sehr hohem Alter kommt das KTS vor. Bei Kindern ist es selten [12].

Die dominante Hand ist häufiger betroffen (OR = 1.8 (95% CI 1.4-2.3), [5]. Das Syndrom tritt häufig **beidseits** auf mit einer Prävalenz von 80% [13], [14]. Beidseitige Behandlungsbedürftigkeit besteht bei mehr als 50% der Fälle.

Die Prävalenz in der **Gravidität** wird mit 17% [15] bzw. 43% in einer italienischen Multicenterstudie [16], [17] angegeben, bei **Dialyse-Patienten** mit 32% [18] mit Bevorzugung des Shunt-Arms [19]. Die Prävalenz beträgt bei weiblichen Reinigungskräften 48% [20]. Sie ist besonders hoch bei rheumatoider Arthritis ([21], [22]). Bei Diabetikern liegt sie zwischen 3% und 20% [13]. Als weitere, signifikante Risikofaktoren erwiesen sich Übergewicht (OR = 1.5 (95% CI 1.1-1.9)), Diabetes mellitus (OR = 5.3 (95% CI 1.6-16.8)) [23] und exzessiver Alkoholkonsum (OR = 2.3 (95% CI 0.7-2.3)) [5].

4. Ursachen Pathogenese

Statements

Statement 4.1	Auslöser für die klinische Symptomatik des KTS ist eine Volumenzunahme im Karpaltunnel.	Stand 2006
	Konsensstärke: 100%	

Statement 4.2	Sehr selten manifestiert sich das KTS bereits im Kindesalter (Stoffwechselstörungen oder angeborene Fehlbildungen)	Stand 2006
	[24]	
	Konsensstärke: 100%	

Statement 4.3	Eine selten auftretende Sonderform stellt das "akute" KTS dar (nach Trauma, Handinfektion, Ödem und Blutungen).	Stand 2006
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Voraussetzung für die Entstehung des Krankheitsbildes ist ein anatomischer Engpass [25], [26] als konstitutionelle Variante [27] oder eine Variante des Os hamatum [28]. Es gibt Hinweise auf eine familiäre Häufung [29], [30]. Drei verschiedene Mechanismen werden im Zusammenhang mit einer genetischen Disposition für das Karpaltunnelsyndrom diskutiert: Veränderungen der Kollagensynthese, des Kollagenabbaus und des Schutzes vor oxidativem Stress im Bindegewebe [31], [32]. Eine Reihe von Genvarianten, die die Bildung von Kollagensubtypen, der Matrix-Metalloproteinasen und der Glutathion S-Transferase kodieren, wurden beschrieben [31], [33]. Auslöser für die klinische Symptomatik ist eine Volumen- und damit verbundene Druckzunahme im Karpaltunnel (**Statement 4.1**).

Ursachen dieser Volumenvermehrung sind:

- Schwellungszustände des Sehnengleitgewebes bei degenerativen, rheumatischen, hormonellen und stoffwechselbedingten Erkrankungen (Myxödem, Akromegalie [34], [35], [36], Gicht, Mukopolysaccharidose u.a.), in der Gravidität oder überlastungs- bzw. tätigkeitsbedingt (work-related) [37], [38]. Ein Zusammenhang mit dem Gebrauch der Computer-Maus wurde nicht nachgewiesen [39]. 2009 wurde vom ärztlichen Sachverständigenbeirat eine Anerkennung des KTS als „Berufskrankheit“ vorgeschlagen, wobei eine Zuordnung zu einer bestimmten Berufsgruppe nicht möglich war ([40]). Eine formale Anerkennung erfolgte zwischenzeitlich. Das KTS wird in der Liste der Berufskrankheiten unter der Nr. 2113 geführt.
- Trauma (Radiusfraktur, Handwurzelluxation, posttraumatische Handgelenksarthrose mit Osteophyten, Einblutung)
- Handgelenksarthrose anderweitiger Ursache
- tumoröse und tumorähnliche Raumforderungen (Lipome, Ganglien, Osteophyten) multifaktoriell bei Dialysepatienten

Sehr selten manifestiert sich das KTS bereits im Kindesalter [24]:

Ursachen sind hier meist Stoffwechselstörungen wie z.B. Mukopolysaccharidose oder angeborene Fehlbildungen (z.B. Lipofibromatose) (**Statement 4.2**).

Eine selten auftretende Sonderform stellt das "akute" KTS dar. Es ist nach Trauma, Handinfektion, Ödem und Blutungen zu beobachten (**Statement 4.3**). Liegt unmittelbar nach einer distalen

Radiusfraktur oder deren osteosynthetischer Versorgung eine N. medianus - Symptomatik vor, ist immer auch an eine direkte Nervläsion zu denken.

Die komplexe Pathogenese stellt sich (in vereinfachter Form) folgendermaßen dar:

Der physiologische Druck im Karpaltunnel beträgt 2 bis 10 mmHg ([41]). Eine nicht-entzündliche ödematöse Schwellung der Synovialis mit Gefäßproliferation [42] führt zu einer Druckerhöhung im Karpalkanal, die eine Kompression der Venolen, später auch der Arteriolen und Kapillaren des Epi- und Perineuriums mit Ischämie des N. medianus zur Folge hat. Ab einer Druckerhöhung von 30 mmHg treten Symptome auf ([43]). Die Ausbildung eines intraneuralen Ödems löst eine fokale Demyelisierung aus. In der Folge resultieren Nervenfaserschädigungen, wobei die dicken markhaltigen Fasern als erste geschädigt werden.

Die geläufige nächtliche Symptomzunahme wird auf das Abknicken des Handgelenks während des Schlafes zurückgeführt, das den Druck im Karpalkanal zusätzlich erhöht und die Durchblutung weiter drosselt. In den ödematös geschwollenen Nerv sprossen Fibroblasten ein, die zur Fibrosierung und zur weiteren Schädigung der Nervenfasern mit Axondegeneration führen. Das Ausmaß der Nervenschädigung ist abhängig von Stärke und Dauer der Kompression. Ein allgemein gültiges Klassifikationsschema des Schweregrads eines Karpaltunnelsyndroms gibt es bisher nicht.

5. Symptome

Statements

Statement 5.1	Das nächtliche "Einschlafen der Hand" ist ein typisches Erstsymptom und nahezu pathognomonisch für das KTS.	Stand 2006
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Eine leichte Kompression des N. medianus im Karpaltunnel führt zunächst zu **Reizsymptomen**. Die **Brachialgia paraesthetica nocturna** oder das nächtliche "Einschlafen der Hände" ist ein typisches Erstsymptom und nahezu pathognomonisch für das KTS (**Statement 5.1**). Die häufig schmerzhaften Kribbelparästhesien oder nadelstichartigen Missempfindungen betreffen vorwiegend Mittel- und Ringfinger, später auch Daumen und Zeigefinger mit Schmerzausstrahlung in den Arm. Par- und Dysästhesien treten besonders nachts oder gegen Morgen auf, aber auch tagsüber bei bestimmten Tätigkeiten (Rad- und Motorradfahren, Zeitunglesen, Telefonieren, Stricken usw.) und lassen sich durch "Ausschütteln" und Reiben, sowie Pumpbewegungen der Finger, Stellungsänderung des Arms bzw. der Hand, Halten unter kaltes Wasser usw. bessern oder beseitigen. Die Rückbildung der Symptome

durch die beschriebenen Bewegungen wird auf die Betätigung der „Muskelpumpe“ im Unterarm zurückgeführt, die den venösen Rückstrom fördert und damit den Druck im Karpaltunnel senkt. Auch durch Ruhigstellung des Handgelenks mittels einer Schiene können die nächtlichen schmerzhaften Parästhesien vermieden bzw. abgemildert werden.

Als Ausdruck einer zunehmenden Medianusschädigung wird das Auslösen elektrisierender Missempfindungen ("elektrische Schläge") durch Greifbewegungen oder eine permanent anhaltende Missempfindung ("die Finger kribbeln ständig") angesehen.

Bei weiterem Fortschreiten des Krankheitsbildes kommt es zu **Ausfallserscheinungen** mit einer zunehmenden Hypästhesie einschließlich Beeinträchtigung der Stereoästhesie ("Finger taub", "kann keine feinen Handarbeiten mehr machen").

Im Spätstadium, meist von dem Patienten nicht bemerkt, findet sich eine Atrophie der speichenseitigen Anteile des Daumenballens (Mm. abductor pollicis brevis und opponens pollicis) mit Abspreiz- und Oppositionsschwäche des Daumens. Nur selten werden auch vegetative Störungen in Form von trophischen Haut- und Nagelveränderungen beobachtet.

Der **Verlauf** kann sehr unterschiedlich sein. Viele Patienten haben über Jahre nur relativ geringfügige Beschwerden mit längeren beschwerdefreien Intervallen. Ein erneutes Auftreten oder eine Zunahme der Beschwerden wird in der Regel beobachtet nach manueller Überlastung (z. B. schwere Gartenarbeit, Hausbau/Renovierung usw.), in der Gravidität oder nach Verletzungen (Radiusfraktur) u.a. Prinzipiell sind beim unbehandelten KTS sowohl spontane Besserungen, wie auch Verschlechterungen und stabile Krankheitsverläufe beobachtet worden ([44],[45]).

6. Begleiterkrankungen

Empfehlungen/Statements

Keine

Hintergrundtext

Eine Tendovaginitis stenosans ("Schnappfinger") und deren Vorstadien mit vermehrter Morgensteifigkeit der Finger oder schmerzhaftem und inkomplettem Faustschluss ist eine häufige und praktisch wichtige Begleiterkrankung. Sie ist meist behandlungsbedürftig und kommt in mehr als 16% bis 43% der Fälle gleichzeitig mit einem KTS vor ([46],[47]). Eine begleitende Osteoarthritis erhöht das Risiko einer Tendovaginitis stenosans nach Retinakulumspaltung ([48]).

Weitere Begleiterkrankungen sind die rheumatoide Arthritis, Akromegalie und die dialysepflichtige Niereninsuffizienz ([21], [22]), [34], [35], [36], [49], [50], [51]).

Patientinnen bzw. Patienten mit Diabetes ([52], [53], [54],[55]), Hypothyreose ([55]), längerfristiger Kortisonbehandlung ([55]) oder postmenopausaler Östrogentherapie ([55]) haben ein fast doppelt so hohes Risiko für eine KTS wie Personen ohne diese Risikofaktoren.

7. Klinische Untersuchung

Empfehlungen

Empfehlung 7.1	Bei der klinischen Untersuchung sollte eine Inspektion und Palpation erfolgen zur Erkennung einer Muskelatrophie	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 3a	[56]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 7.2	Bei der klinischen Untersuchung sollte eine Prüfung der Oberflächensensibilität und der Stereoästhesie erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 3a	[57]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 7.3	Bei der Prüfung der Motorik sollte auf eine Abduktions- und Oppositionsschwäche des Daumens geachtet werden	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 3a	[57]; [13]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 7.4	Im Rahmen der klinischen Untersuchung können Provokationstests angewendet werden	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 4	[58], [13], [59], [60], [61], [62], [63], [64], [65]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 7.5	Für die Dokumentation subjektiver Beschwerden und der funktionellen Beeinträchtigung können Fragebögen (Boston carpal tunnel questionnaire, CTS-6, Visuelle Analogskala) verwandt werden	Stand 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 4	[66], [67], [68]	
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Zusammen mit einer typischen Anamnese führt die klinische Untersuchung in den meisten Fällen zu einer hinreichenden Diagnose des KTS ([69]). Sie ist zur Sicherung der Diagnose und Dokumentation der Schwere der Erkrankung, zur Stellung der Operationsindikation und aus differenzialdiagnostischen Erwägungen unentbehrlich. Dafür stehen folgende Untersuchungstechniken zur Verfügung:

Inspektion und Palpation vorzugsweise zur Erkennung oder zum Ausschluss einer Muskelatrophie (**Empfehlung 7.1**). Auch wenn die Sensitivität und Spezifität im Vergleich zu anderen motorischen und sensiblen Funktionstests geringer ist ([56]), sollte im Rahmen einer vollständigen Beschreibung des Krankheitsbildes und zur Dokumentation eine Inspektion und Palpation nicht vergessen werden. Hierbei ist zu beachten, dass eine beginnende Atrophie des lateralen Thenar (evtl. durch subkutanes Fettgewebe verdeckt), besser palpatorisch und im Seitenvergleich feststellbar ist. Das gleiche gilt für eine verminderte Schweißsekretion, die allerdings nur bei hochgradiger Nervschädigung zu beobachten ist. *Vorsicht*: Durch eine Daumensattelgelenksarthrose (Rhizarthrose) kann eine (neurogene) Thenaratrophie vorgetäuscht werden (s. auch "*Prüfung der Motorik*")!

Prüfung der Oberflächensensibilität (**Empfehlung 7.2**) durch Berührung mit Wattebausch und *der Stereoästhesie* mittels der Zweipunktgediskrimination oder dem Aufsammeln und Erkennen von Münzen oder Büroklammern ([57]).

Bei der *Prüfung der Motorik* ist auf eine Abduktions- und Oppositionsschwäche des Daumens zu achten (**Empfehlung 7.3**), die ein Spätsymptom darstellt. Das "Flaschenzeichen" erlaubt eine gute Beurteilung der Funktion des M. abductor pollicis brevis und gilt als empfindlichster Indikator einer motorischen Läsion beim KTS ([57], [13]). *Vorsicht*: Eine Adduktionskontraktur des Daumens bei Rhizarthrose kann ein positives Flaschenzeichen vortäuschen.

Fakultativ sind Provokationstests (**Empfehlung 7.4**): Am geläufigsten sind der Phalen-Test und das Hoffmann-Tinel-Zeichen ([58], [13]), weniger gebräuchlich sind Druck- bzw. Tourniquet-Tests wie z.B. der Durkan-Test ([59]). Die diagnostische Wertigkeit der Tests wird unterschiedlich beurteilt ([60], [58], [61], [59]). Die Provokations-Tests liefern im Frühstadium der Erkrankung wichtige Hinweise auf einen Reizzustand des N. medianus, wenn andere klinische und diagnostische Tests negativ ausfallen ([13]). Sie sind jedoch weniger sensitiv und zuverlässig als die elektrophysiologische Diagnostik ([62], [63], [64], [65]) und eher ein Indikator für die Tenosynovitis ([70]).

In der wissenschaftlichen Literatur zeichnet sich zunehmend eine Erfassung der subjektiven Beschwerden durch standardisierte Fragebögen und/oder Bewertungsskalen ab. Für eine patientenbezogene Beurteilung der Wirksamkeit spezifischer Therapiemaßnahmen ist dies durchaus zu begrüßen. Am bekanntesten ist sicherlich die numerische oder visuelle Analogskala. KTS-typische Fragebögen wie der Boston Carpal Tunnel Questionnaire mit seinen beiden Teilen Symptom Severity Score (SSS) und Functional Status Scale (FSS) oder der CTS-6 werden hingegen (noch) selten in der klinischen Versorgung verwandt. Mehrere systematische Reviews haben die Wertigkeit der

verschiedenen Fragebögen und Skalen verglichen ohne dass sich ein klarer Favorit ergeben hätte ([66], [67], [68]). Zum jetzigen Zeitpunkt kann daher die Verwendung eines Fragebogens oder einer Skala nur als Option empfohlen werden (**Empfehlung 7.5**).

8. Elektrophysiologische Diagnostik

Empfehlungen

Empfehlung 8.1	Als relevante Methode zum zuverlässigen Nachweis eines KTS soll die elektroneurographische Diagnostik durchgeführt werden	Stand 2006
Empfehlungsgrad A ↑↑		
Evidenzgrad 4	[71], [72]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 8.2	Zum Nachweis einer axonalen Läsion oder bei technischen Schwierigkeiten kann die Elektromyographie des M. abductor pollicis brevis durchgeführt werden	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ⇔		
Evidenzgrad 4	[57]	
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Die sensible und motorische Neurographie sind empfindliche und zuverlässige Methoden zum Nachweis des chronischen KTS. Leitbefund ist die reduzierte Nervenleitgeschwindigkeit des N. medianus im Karpaltunnel als Folge der Demyelinisierung. Entwickelt sich in fortgeschrittenem Stadium ein Axonschaden, so führt dieser zusätzlich zu erniedrigten Amplituden der Reizantworten.

Sensitivität und Spezifität der einzelnen Untersuchungen steigen deutlich bei intraindividuelle Vergleichsmessung mit nicht betroffenen Nerven oder Nervensegmenten.

Voraussetzung für reproduzierbare und valide Messungen sind einheitliche Untersuchungsbedingungen und Einstellungen der Messgeräte gemäß den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie (DGKN) ([73]):

- Einsatz geeigneter geeichter EMG-Geräte der MedGV entsprechend
- Hinreichende Expertise des Untersuchers (z.B. EMG-Zertifikat der DGKN)
- Beachtung der empfohlenen Geräteeinstellungen
- Messung, ggfls. Korrektur der Hauttemperatur auf 34°C.
- Exakte Messung der Distanzen

Prinzipiell ist die elektrophysiologische Diagnostik als relevante Methode zum zuverlässigen Nachweis eines KTS zu empfehlen ([71], [72]).

Folgende Messungen stehen zur Verfügung:

8.1 Motorische Neurographie:

Bestimmung der *distal-motorischen Latenz* des N. medianus (*im Vergleich zur motorischen Latenz des N. ulnaris der betroffenen Hand*) ist einfach durchzuführen und zuverlässig. In der Literatur bestehen verschiedene Normwerte, die auf Unterschieden in der Distanz zwischen Reiz- und Ableitelektroden beruhen. Beispielfähig sollte bei einer Distanz von 6,5 cm ein Wert von > 4,2 ms als pathologisch befundet werden. Die notwendige Vergleichsmessung der distal motorischen Latenz des N. ulnaris muss einen Normwert ergeben. Die Spezifität dieser Messung ist relativ hoch, die Sensitivität jedoch nur gering ([71]). Die Untersuchung des N. medianus sollte immer den Unterarmabschnitt des Nerven mit einbeziehen, beidseits erfolgen und vorzugsweise auf der symptomatischen Seite auch für N. ulnaris durchgeführt werden.

8.2 Sensible Neurographie

Bei grenzwertigem oder nicht eindeutigen Befund ist zusätzlich eine sensible Neurographie erforderlich. Hierbei stehen zwei Methoden zur Auswahl:

- Sensible NLG des N. medianus im Segment DIII/DII-Handgelenk (antidrom oder orthodrom) ([74], [75], [76], [77]). Bei einer Extremitätentemperatur von 34°C, die den Normwerten zugrunde liegt, und mittlerem Lebensalter (< 60 J.) beträgt der Grenzwert 46,9 m/s. Im Vergleich zum N. ulnaris (Kleinfinger - Handgelenk) (Grenzwert 44,6 m/s) weist eine Differenz

der NLG > 8 m/s eine hohe Spezifität von 98% auf. Die Sensitivität ist mit 89% ebenfalls hoch ([71]).

- Nicht ganz so empfindlich, jedoch schneller durchführbar ist der Vergleich der sensiblen Potentiale am Ringfinger, der keine Temperaturkorrektur erfordert. Hierbei werden die Latenzen der sensiblen Nervenaktionspotentiale (SNAP) des N. medianus und des N. ulnaris antidrom vom Ringfinger abgeleitet und miteinander verglichen ([78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86]). Eine Latenzdifferenz von > 0,5 ms ist pathologisch. Die Spezifität dieser Messung beträgt 97%, die Sensitivität 85% ([71]).

8.3 Zusätzliche neurographische Untersuchungen

Sollte trotz dieser Messungen noch keine eindeutige diagnostische Einordnung möglich sein, ist die intraindividuelle Messung einzelner Nervensegmente die sensitivste, aber aufwändigste Methode ([87], [88]):

- sensible/gemischte NLG des N. medianus in kurzen Segmenten (8 cm) Finger - Hohlhand im Vergleich zu Hohlhand - Handgelenk ([89], [90]). Werte der NLG-Differenz > 8 m/s sind signifikant.
- Sensible/gemischte NLG in kurzen Segmenten von 8cm des N. medianus und ulnaris im Vergleich. Als pathologisch werden Latenzen > 1,8 ms oder Differenzen > 0,5 ms gewertet. Die Spezifität beträgt 98%, die Sensitivität 71% ([71]).
- Ähnlich empfindlich ist die vergleichende Untersuchung der distal motorischen Latenz des N. medianus bei Ableitung in der Hohlhand über dem medianusinnervierten M. lumbricalis II und dem ulnarisinnervierten M. interosseus dorsalis II nach Stimulation des N. medianus und N. ulnaris bei identischer Distanz ([91]). Eine Latenzdifferenz >0,5 ms ist pathologisch. Die Spezifität dieser Messung beträgt 97,5%, die Sensitivität liegt bei 97.5% ([92]). Dabei ist die genaue Positionierung der Ableitelektroden wesentlich ([93]).

8.4 Elektromyographie

Die **Elektromyographie** des M. abductor pollicis brevis ist routinemäßig nicht erforderlich, sondern nur zum Nachweis einer axonalen Läsion ([71]), oder bei technischen Schwierigkeiten (Innervationsanomalie, Thenaraplasie, fortgeschrittener Muskelatrophie oder pathologisch erhöhter Reizschwelle des N. medianus).

8.5 Diagnostische Besonderheiten:

- Eine *Überbewertung* eines pathologischen neurographischen Befundes, insbesondere dann, wenn die klinische Symptomatik nicht zum Bild eines KTS passt, kann zu einer fehlerhaften Diagnose bzw. Indikationsstellung führen. Das gleiche gilt für fehlerhafte Untersuchungen wie die submaximale Stimulation oder die versehentliche Mitstimulation des N. ulnaris, letztere

insbesondere dann, wenn die Messwerte für den N. medianus bei hochgradiger Atrophie des Ableitemuskels nicht mehr eindeutig ablesbar sind.

- Wegen der Möglichkeit eines bds. KTS und einer *systemischen Affektion* des peripheren Nervensystems (z.B. einer Polyneuropathie) sollte stets die motorische und sensible Neurografie auch des ipsilateralen N. ulnaris und des kontralateralen N. medianus durchgeführt werden (vorzugsweise als intraindividuelle Vergleichsmessungen).
- *Innervationsanomalien* („*Martin-Gruber-Anastomose*“ u.a.) haben Einfluss auf die Messung. Deren Kenntnis ist Voraussetzung für eine sichere Interpretation der Befunde.
- Bei dem seltenen "*akuten*" KTS: kann auch nur ein Leitungsblock nachweisbar sein.

9. Weitere Zusatzdiagnostik

Empfehlungen

Empfehlung 9.1	Bei Verdacht auf ein KTS kann in begründeten Fällen eine MRT- oder CT-Untersuchung durchgeführt werden	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	[94],[95]	
Konsensstärke: 100%		

Empfehlung 9.2	Eine Röntgennativuntersuchung des Handgelenks kann bei klinischem Verdacht auf Arthrose bzw. knöchernen Veränderungen erfolgen.	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 4		
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 9.3	Die hochauflösende Sonographie kann zur Diagnostik des KTS eingesetzt werden.	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Sensitivität moderat ⊕⊕⊕⊖ Spezifität niedrig ⊕⊕⊖⊖	([96], [97], [98], [99] [100], [101], [102], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111])	
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Für die Diagnostik des KTS scheint die MRT weniger geeignet. Die Sensitivität in der Literatur variiert zwischen 72% und 96%, die Spezifität zwischen 33 und 74% ([112], [113]), wobei die Studienqualität leider keine Metaanalyse erlaubt (s. Evidenzbericht im Leitlinien-Report).

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist bei Tumorverdacht zu empfehlen (**Empfehlung 9.1**). Morphologische und Lage-Veränderungen des Nerven lassen sich mit dem MRT gut darstellen ([114])

und möglicherweise für die Diagnose des KTS-Rezidivs nutzen ([115]). Der „Druck-Winkel“ des N. medianus kann als ergänzendes diagnostisches Kriterium beim KTS verwendet werden ([116],[117]).

Bei Verdacht auf ein KTS kann in begründeten Fällen eine MRT- oder CT-Untersuchung durchgeführt werden ([94],[95]).

Eine Röntgennativuntersuchung des Handgelenks ist bei klinischem Verdacht auf Arthrose bzw. knöcherne Veränderungen nützlich, hat jedoch nur selten eine unmittelbare therapeutische Konsequenz ([118]).

Mit der hochauflösenden Sonographie können die Weite des knöchernen Karpalkanals ([119],[120]) und zystische Veränderungen (z.B. ein Ganglion im Karpaltunnel) sichtbar gemacht werden.

Kele und Mitarbeiter [121] fanden im Vergleich mit der Neurographie eine Sensitivität von 89,1% und eine Spezifität von 98%. Eine Meta-Analyse von 16 Arbeiten kam jedoch nur auf eine Sensitivität von 77% und eine Spezifität von 84% ([122]). In leichten Fällen von KTS hat die Sonografie keine Vorteile gegenüber der Neurographie ([123],[124]). Die Neurografie hat eine höhere Sensitivität (82%) als der Ultraschall (62%) Eine für dieses Update der Leitlinie durchgeführte erneute Evidenzrecherche erbrachte 16 Studien ([96], [97], [98], [99] [100], [101], [102], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111]), die in eine Metaanalyse eingebracht wurden. Hierbei ergab sich eine generelle Sensitivität von 74% (95% CI: 68%-81%) bei moderater Gewissheit und eine Spezifität von 77% (95% CI: 67%-87%) bei niedriger Gewissheit aufgrund der Studienqualität.

Die Sonographie ist stark abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Mit weiter verbesserter Auflösung könnte die Methode größere Bedeutung bekommen ([125], [126], [127], [128], [129], [130]). Die Messung der Nervenquerschnittsfläche (cross sectional aerea, CSA) erlaubt keine Einschätzung des Schweregrads der KTS ([131]); die diagnostische Aussagekraft kann jedoch durch Vergleiche der CSA im und proximal des Karpalkanals (Delta-CSA) verbessert werden ([132]). Die CSA zeigt bei operativ behandelten Fällen eine stärkere Abnahme als bei konservativ behandelten ([133]). Die Ultraschall-Untersuchung kann bei anhaltenden postoperativen Beschwerden die Dekompression des N. medianus belegen, ist aber nicht generell hilfreich bei ungenügendem OP-Erfolg ([134]).

Zusammengefasst lässt sich die Notwendigkeit einer routinemäßig durchzuführenden Sonographiediagnostik derzeit nicht belegen. Bei diagnostisch unklarer Situation kann die Sonographie aber wertvolle, ergänzende Informationen liefern (**Empfehlung 9.3**)

10. Differenzialdiagnosen

Empfehlungen/Statements

Keine

Hintergrundtext

Die häufigsten Differenzialdiagnosen sind:

- zervikale Radikulopathie der Wurzeln C6 und C7
- Polyneuropathie.

Seltenere Differenzialdiagnosen umfassen:

- Läsionen oder anderweitige Kompressionen des N. medianus (Pronator- Syndrom, Thoracic-outlet-Syndrom, Skalenussyndrom)
- Spinale Erkrankungen (zervikale Myelopathie, Syringomyelie, spinale Muskelatrophie,)
- Nicht-neurogene bzw. anderweitige Erkrankungen (Unterarm-Kompartiment-Syndrom, Polymyalgie, Raynaud-Syndrom, Borreliose u.a.)

Bei atypischen Beschwerden, oft durch Überlagerung mehrerer Krankheitsbilder bedingt, sind differenzialdiagnostische Erörterungen und eine erweiterte Elektrodiagnostik ([135]) zwingend erforderlich! So kann das KTS zusammen mit einer radikulären Symptomatik oder Polyneuropathie auftreten; hier ist eine möglichst genaue Abwägung der überwiegenden bzw. im Vordergrund stehenden Ursache erforderlich. Hier kann auch eine probeweise nächtliche Schienung des Handgelenks oder die Injektion eines Kortikosteroid-Präparats in den Karpaltunnel sinnvoll und bei der Indikationsstellung zur Operation nützlich sein ([136]), wobei eine adäquate Injektionstechnik beachtet werden muss (s. auch Kap. 11.1).

11. Therapie

Behandlungsbedürftigkeit besteht bei häufig auftretenden oder anhaltenden typischen Beschwerden/Symptomen, nicht jedoch bei pathologischem elektrophysiologischer Befund ohne klinische Symptome.

11.1 Konservative Behandlung

Empfehlungen

Empfehlung 11.1.1	Im Frühstadium der Erkrankung, wenn lediglich Reizsymptome wie z.B. nächtlichen Parästhesien bestehen, soll ein konservativer Behandlungsversuch durchgeführt werden.	Stand 2022
EK		
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.1.2	Bei Indikation zur konservativen Therapie soll eine Handgelenksschiene nachts angelegt werden.	Stand 2006
Empfehlungsgrad A ↑↑		
Evidenzgrad 1a	[137], [138]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.1.3	Bei Indikation zur konservativen Therapie kann eine orale Glukokortikoidtherapie erfolgen.	Stand 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 1a	[137], [139]	
	Konsensstärke: 85%	

Empfehlung 11.1.4	Bei Indikation zur konservativen Therapie kann eine ultraschallgesteuerte, lokale Infiltration von Kortikoid-Kristallsuspension in den Karpaltunnel erfolgen, da sie mit einer geringeren Komplikationsrate verbunden ist	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Klinische Besserung allgemein – sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Taubheit – sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Handschwäche – sehr niedrig ⊕⊕⊖⊖ Fehlendes Ansprechen – niedrig ⊕⊕⊖⊖ Schmerz bei Infiltration - moderat ⊕⊕⊕⊖	([140], [141], [142], [143], [144], [145], [146], [147], [148], [149])	

<p>Andere Komplikationen - hoch ⊕⊕⊕⊕</p> <p>Griffstärke – moderat ⊕⊕⊕⊖</p> <p>Schmerz (VAS) - hoch ⊕⊕⊕⊕</p> <p>BCTQ-SSS - moderat ⊕⊕⊕⊖</p> <p>BCTQ-FSS - hoch ⊕⊕⊕⊕</p>	
Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.1.5	Bei Indikation zur konservativen Therapie kann eine „Low-level-Laser“-Therapie versucht werden.	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Schmerz (dichotom VAS > 4cm) - moderat ⊕⊕⊕⊖	([150], [151], [152], [153], [154], [155], [156], [157], [158], [159])	
Schmerz (VAS) niedrig ⊕⊕⊖⊖		

<p>Griffstärke – moderat</p> <p>⊕⊕⊕⊖</p> <p>BCTQ-SSS - niedrig</p> <p>⊕⊕⊖⊖</p> <p>BCTQ-FSS - moderat</p> <p>⊕⊕⊕⊖</p>	<p>Konsensstärke: 100%</p>
--	----------------------------

Hintergrundtext

Im Frühstadium der Erkrankung, wenn lediglich Reizsymptome wie z.B. nächtliche Parästhesien bestehen, ist ein konservativer Behandlungsversuch gerechtfertigt (**Empfehlung 11.1.2**). Hier stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

- Aufgrund der guten Evidenzlage sollte nachts eine Handgelenksschiene ([137],[138]) angelegt werden. (**Empfehlung 11.1.2**).
- Die orale Verabreichung eines Kortikoid-Präparats ([137]), dessen Anwendung auf zwei Wochen begrenzt werden sollte ([139]). In Deutschland ist hierüber wenig Praxiserfahrung vorhanden, sodass nur eine optionale Empfehlung gegeben werden kann (**Empfehlung 11.1.3**).
- eine lokale Infiltration von Kortikoid-Kristallsuspension in den Karpaltunnel, die gegenüber der oralen Gabe einen besseren Effekt aufweist ([160]). Ihre Wirkung ist für einen Zeitraum von acht Wochen vergleichbar einer Kombination aus einer entzündungshemmenden Medikation und Schiene ([161], [160, 162]). Sie kann kurzfristig sogar rascher zu Besserung führen als die operative Behandlung ([163]). Aber nur für 4 Wochen sind sie besser als Placebo ([162]). 60 mg Methylprednisolon ist wirksamer als eine niedrigere Dosierung von 40 bzw. 20 mg ([164]). In der Langzeitwirkung sind die Schiene ([165]) ebenso wie die Operation ([166]) aber überlegen, sodass Mehrfachinjektionen nicht zu empfehlen sind. Diese bergen ebenso wie eine unzulängliche Injektionstechnik das Risiko einer Nerv- oder Sehnenschädigung!
- Seit der Vorgängerversion dieser Leitlinie mehrten sich Berichte, die eine Ultraschall-gestützte Infiltration als vorteilhaft ansahen. Für das aktuelle Update wurde daher eine Evidenzrecherche vorgenommen. Insgesamt konnten 10 Studien in eine Metaanalyse eingeschlossen werden ([140], [141], [142], [143], [144], [145], [146], [147], [148], [149]). Für viele Outcomeaspekte (**Klinische Besserung allgemein, Taubheit, Handschwäche/Griffstärke, Schmerzen**

während der Infiltration) zeigte sich kein signifikanter Effekt. Am ausgeprägtesten war der Effekt für **Komplikationen außer dem periprozeduralen Schmerz**. Für die auf der **VAS gemessenen Schmerzen** und die Teilskalen des Boston Carpal tunnel Questionnaire, **BCTQ – symptom severity score und BCTQ-functional status scale** ließen sich signifikante Differenzen zugunsten der ultraschallgesteuerten Infiltration erkennen. Der Effekt war aber gering (VAS 0,79 cm, BCTQ-SSS 0,79 Punkte, BCTQ-FSS 0,27 Punkte), sodass ein klinischer Nutzen eher fraglich erscheint. Für die verschiedenen Outcomeaspekte, die in der Metaanalyse untersucht wurden, ergaben sich große Unterschiede in der Studienqualität. Aufgrund von Inkonsistenzen, Ungenauigkeiten und erhöhtem Risk of Bias musste in der Regel eine Abwertung der Evidenz-Gewissheit vorgenommen werden. Die Ausnahme mit einer deutlichen Effektstärke war das geringere Auftreten von **Komplikationen außer dem periprozeduralen Schmerz**, die deshalb als Hauptargument für die Durchführung der Infiltration unter Ultraschallsteuerung gewertet werden kann (**Empfehlung 11.1.4**).

- Die Low-Level-Lasertherapie wurde in den letzten Jahren vermehrt in der konservativen Behandlung des Karpaltunnelsyndroms propagiert, auch wenn es keine klare pathophysiologische Vorstellung über die Wirkweise gibt. Im Rahmen des aktuellen Updates dieser Leitlinie wurde eine Evidenzbewertung in Form einer Metaanalyse vorgenommen (s. Evidenzbericht). Insgesamt konnten 6 Studien eingeschlossen werden ([150], [151], [152], [153], [154], [155], [156], [157], [158], [159]). Für Schmerzen als auch für die Teilskalen des Boston Carpal tunnel Questionnaire, BCTQ – symptom severity score und BCTQ-functional status scale ließen sich signifikante Vorteile für die LLL-Therapie erkennen mit durchaus beachtlicher Effektstärke. Für motorische Aspekte (Griffstärke) ergab sich kein signifikanter Unterschied. Aufgrund von Inkonsistenzen, Ungenauigkeiten und erhöhtem Risk of Bias ist die aus der Metaanalyse ableitbare Evidenz aber als moderat bzw. gering anzusehen. Die Low-Level-Lasertherapie kann optional versucht werden (**Empfehlung 11.1.5**)

In einer systematischen Literaturübersicht ([137]) werden weitere konservative Behandlungsverfahren aufgeführt, die nicht weiter bewertet wurden:

- lokale Ultraschalltherapie, die allerdings nur nach mehrwöchiger Anwendung (etwa sieben Wochen) einen Effekt zu zeigen scheint.
- und andere wie Yoga, Handwurzelmobilisation, Nervengleitübungen, Magnettherapie, die allenfalls eine zeitlich begrenzte Wirkung haben, und somit nicht empfohlen werden können ([167]).
- Die Gabe von entzündungshemmenden, nichtsteroidalen Medikamenten ist weit verbreitet und soll daher erwähnt werden. Die gegenwärtige Datenlage zeigt aber keinen anhaltenden signifikanten Effekt gegenüber Placebo. Dies gilt auch für Diuretika, Vitamin B6-Präparate ([137]).

11.2 Operative Behandlung

Empfehlungen

Empfehlung 11.2.1	Bei anhaltenden sensiblen und/oder motorischen Ausfallerscheinungen wie Beeinträchtigung der Stereoästhesie und Nachlassen der Abduktions- und Oppositionskraft des Daumens bzw. einer Thenaratrophy sowie bei relevanten, den Patienten beeinträchtigenden oder durch konservative Behandlung nicht gebesserten, insbesondere schmerzhaften Parästhesien soll eine Operation erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad A ↑↑		
Evidenzgrad 1a	[168], [169], [170], [171], [172])	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.2	Die Operation sollte auch bei überlagernder <i>diabetischer Polyneuropathie</i> erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 3b	[173]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.3	Die Operation sollte auch bei Schwangeren vorgenommen werden, wenn Ausfallserscheinungen vorliegen	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 3b	[174], [16], [175]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.4	Auch bei einem manifesten Komplexen Regionalen Schmerzsyndrom (CRPS) und gleichzeitigem KTS kann unter ausreichender Analgesie die Retinakulumspaltung, die zu sofortiger Schmerzreduktion führt, indiziert sein	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 3 b	[176], [177], [178]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.5	Die operative Behandlung kann auch in sehr fortgeschrittenen Fällen (sog. "ausgebranntes" KTS) durchgeführt werden, auch wenn sie hier häufig erst nach längerer Zeit zu einer Besserung führt.	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0		
Evidenzgrad 3b	[179], [180], [181]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.6	Auch in hohem Alter sollte die Operation durchgeführt werden, da die Patienten davon profitieren	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 2b	[182], [183], [184].	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.7	Auch bei gleichzeitiger radikulärer Irritation oder Läsion kann eine operative Therapie erfolgen.	Stand 2006
EK		
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.8	Bei einer <i>Dialysepflichtigen Niereninsuffizienz</i> kann eine operative Therapie bei entsprechender Indikation auch auf der Shuntseite erfolgen	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	([185], [186], [49], [187], [50],[51]),	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.9	Bei <i>Brustkrebs</i> kann eine operative Therapie bei entsprechender Indikation auch bei einem <i>Lymphödem</i> erfolgen.	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	[188]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.10	Bei einer <i>Radiusfraktur mit KTS-verdächtigen Symptomen</i> kann eine operative Therapie erfolgen	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		
Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	([189], [190], [191],[192])	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.11	Bei der offenen Retinakulumspaltung kann der Eingriff in Blutsperre/-leere erfolgen	Stand 2022
Empfehlungsgrad: Schwache Empfehlung dafür ↑		
Qualität der Evidenz		

<p>Schmerz (dichotom VAS > 4cm) - moderat ⊕⊕⊕⊖</p> <p>Schmerz (VAS) - moderat ⊕⊕⊕⊖</p> <p>Komplikationen – sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖</p> <p>BCTQ-SSS - moderat ⊕⊕⊕⊖</p> <p>BCTQ-FSS - moderat ⊕⊕⊕⊖</p>	<p>([193], [194], [195], [196], [197], [198], [199], [200])</p>
<p>Konsensstärke: 100%</p>	

<p>Empfehlung 11.2.12</p>	<p>OP-Techniken mit kurzen Inzisionen sollten einem erfahrenen Operateur vorbehalten sein.</p>	<p>Stand 2006</p>
<p>Empfehlungsgrad B ↑</p>		
<p>Evidenzgrad 1a</p>	<p>[201], [202], [203]</p>	
<p>Konsensstärke: 85%</p>		

Empfehlung 11.2.13	Eine routinemäßige <i>Epineurotomie</i> soll bei Ersteingriffen nicht erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad A ↑↑		
Evidenzgrad 1a	[204], [205], [201]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.14	Eine interfaszikuläre Neurolyse bei Ersteingriffen soll nur bei begründeter Indikation erfolgen	Stand 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑		
Evidenzgrad 1a	[206], [201]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.15	Eine Verletzung des motorischen Astes des N. medianus soll ausgeschlossen werden.	Stand 2022
EK		
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.16	Eine <i>Synovialektomie</i> sollte nur bei spezieller Indikation erfolgen.	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 2 b	[207]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.17	Eine <i>Rekonstruktion des Retinakulum</i> kann erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 2a	[208], [209], [13]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 11.2.18	Endoskopische Eingriffe sollten wie kleine offene Zugänge nur durch einen erfahrenen Operateur mit endoskopischem Training durchgeführt werden	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 3b	[210], [211], [212]	
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Indikation

Die operative Behandlung ist bei entsprechender Indikationsstellung (s. unten) konservativen Maßnahmen eindeutig überlegen ([168], [169], [170], [171], [172]), der klinisch relevante Unterschied wird in einer Studie allerdings nur mäßig angegeben ([213]).

Der Eingriff wird in der Regel ambulant ([214]), aus Patienten bezogenen Gründen auch stationär durchgeführt. Anästhesie-Optionen sind die lokale Infiltrationsanästhesie mit feiner Nadel [215], die i.v.-Regional- oder Plexusanästhesie, die WALANT (Wide Awake Local Anesthesia No Tourniquet)-Technik oder Allgemeinnarkose. Neben der Retinakulumspaltung können in der gleichen Sitzung Begleiterkrankungen mitbehandelt werden wie z.B. die Ringbandspaltung eines oder mehrerer Finger bei Tendovaginosi stenosans (s. Kapitel 5) oder die Beseitigung pathologischer Veränderungen im Karpaltunnel. Der Eingriff ist auch beiderseits in einer Sitzung möglich ([216]). Die Entscheidung hierzu ist jedoch dem Einzelfall anzupassen.

Ziel des Eingriffs ist die Dekompression des N. medianus durch vollständige Retinakulumspaltung, auch der Anteile proximal der Handgelenksbeugefurche einschließlich des Ligamentum carpi palmare unter Schonung atypischer motorischer Äste, sowie des Ramus palmaris n. medianus und seiner Seitenäste. Der Eingriff sollte wegen der damit einhergehenden Risiken nur durch einen hierfür ausgebildeten und erfahrenen Operateur vorgenommen werden.

Indikation zur Operation: Bei anhaltenden sensiblen und/oder motorischen Ausfallserscheinungen wie Beeinträchtigung der Stereoästhesie und Nachlassen der Abduktions- und Oppositionskraft des Daumens bzw. einer Thenaratrophy sowie bei relevanten, den Patienten beeinträchtigenden oder durch konservative Behandlung nicht gebesserten, insbesondere schmerzhaften Parästhesien besteht eine Operationsindikation. (**Empfehlung 11.2.1**).

Die Operation kann auch bei überlagernder *diabetischer Polyneuropathie* indiziert sein und sollte aufgrund eines deutlichen Effektes durchgeführt werden ([173]). (**Empfehlung 11.2.2**)

Die Operation ist auch bei Schwangeren zu empfehlen, wenn Ausfallserscheinungen vorliegen [174], zumal - häufiger als bisher angenommen - in mehr als 50% die Beschwerden postpartal anhalten bzw. später erneut auftreten können ([16]) und in 84% der nicht operierten Patienten 1 Jahr nach Entbindung noch pathologische Werte der sensiblen NLG vorliegen ([175]). (**Empfehlung 11.2.3**)

Auch bei einem manifesten Komplexen Regionalen Schmerzsyndrom (CRPS) und gleichzeitigem KTS kann unter ausreichender Analgesie die Retinakulumspaltung, die zu sofortiger Schmerzreduktion führt, indiziert sein ([176],[177]), [178] (**Empfehlung 11.2.4**)

Die operative Behandlung führt in sehr fortgeschrittenen Fällen (sog. "ausgebranntes" KTS) häufig noch zu einem befriedigenden Ergebnis ([179], [180], [181]), auch wenn die Thenaratrophy meist nicht mehr rückbildungsfähig ist und die übrigen Beschwerden sich häufig erst nach längerer Wartezeit zurückbilden (**Empfehlung 11.2.5**).

In hohem Alter profitieren die Patienten ebenfalls von einem Eingriff ([182], [183],[184]) (**Empfehlung 11.2.6**).

Eine *gleichzeitige radikuläre Irritation* oder Läsion schließt eine operative Indikation nicht aus. Man sollte den Patienten aber darauf hinweisen, dass der Behandlungserfolg (aus der Sicht des Patienten) möglicherweise ungenügend ist. (**Empfehlung 11.2.7**)

Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt tritt bei chronischer, dialysepflichtiger Niereninsuffizienz ein Karpaltunnelsyndrom insbesondere auf der Shuntseite gehäuft auf. Zur Beurteilung des Erfolges operativer Maßnahmen liegen nur retrospektive Studien oder prospektive Fallbeobachtungen vor ([185], [186], [49], [187], [50], [51]), die eine postoperative Besserung der Symptome zeigen. Möglicherweise ist der Erfolg aber zeitlich begrenzt ([186]). Bei schwacher Evidenzlage kann dennoch ein operatives

Vorgehen auch auf der Shuntseite mit dem Patienten besprochen und durchgeführt werden (**Empfehlung 11.2.8**).

Bei Vorliegen eines Lymphödems nach Resektion eines Mammakarzinoms mit axillärer Lymphknotenausräumung wird die Indikation und das Risiko einer Dekompression des Karpaltunnels kontrovers beurteilt. Prospektiv-randomisierte Studien zu dieser Fragestellungen konnten nicht gefunden werden. Eine Fall-Kontrollstudie zeigte, dass eine ipsilaterale KTS-Operation (auch in Blutsperr) ohne erhöhtes Risiko möglich ist ([188]). Unter den Autoren dieser Leitlinie gab es aber einen einstimmigen Konsens, dass bei entsprechender Symptomatik eine operative Therapie erfolgen kann (**Empfehlung 11.2.9**).

Der Nutzen einer prophylaktischen Dekompression des Karpaltunnelsyndroms bei distaler Unterarmfraktur ist ebenfalls umstritten. Leider liegen nur retrospektive Studien oder prospektive Fallbeobachtungen mit widersprüchlichen Ergebnissen vor ([189], [190], [191],[192]). Unter den Autoren der Leitlinie bestand aber Einigkeit, dass bei Vorliegen von KTS-verdächtigen Symptomen eine Dekompression möglich ist (**Empfehlung 11.2.10**).

Für eine rechtzeitige und adäquate präoperative **Aufklärung** des Patienten bezüglich Operationstechnik, Verlauf, Risiken und möglicher Komplikationen ist Sorge zu tragen. Hierzu ist die aktuelle Rechtsprechung zu beachten.

Zwei Methoden der operativen Behandlung sind etabliert:

a) die **offene Retinakulumspaltung**

Hierbei ist Folgendes zu beachten:

Die WALANT (Wide Awake Local Anesthesia No Tourniquet)-Technik stellt eine Alternative dar: In der für diese Leitlinie durchgeführten Evidenzrecherche zum Vergleich Blutsperr/WALANT-Technik zeigt sich in der Metaanalyse der Studien von Iqbal et al [196] und Okamura et al [198] mit zusammen 151 Teilnehmern bezüglich des Funktionellen Outcomes kein signifikanter Unterschied. Auch die Komplikationsrate ([198], [200], 145 Teilnehmer) unterschied sich nicht. Der Vorteil der WALANT-Technik liegt aber in einem signifikant geringerem periprozeduralen Schmerz [194]. In sieben Studien mit 392 Teilnehmern wurde der Schmerz bei Verwendung der WALANT-Technik auf der Visuellen Analogskala um durchschnittlich 2,72 cm geringer als in Blutsperr angegeben ([193], [195], [196], [197], [198], [199], [200])

Zusammenfassend ist eine Operation in oder ohne Blutsperr möglich (**Empfehlung 11.2.11**). Dies soll dem Operateur überlassen werden. Eine Blutsperr soll bei schwierigen Präparationen z.B. bei ausgeprägter Synovialitis, Innervationsanomalien oder Revisionseingriffen verwendet werden.

Die Inzision muss ausreichend groß sein, um eine gute Übersicht im Operationsgebiet zu gewährleisten. Die zahlreichen Varianten des Verlaufs des Ramus palmaris N. medianus bzw. seiner Seitenäste und der möglichen Verbindungen zum N. ulnaris erlauben keine gesicherte Empfehlung zur Schnittführung ([217], [218]). Der Versuch, oberflächliche, die Narbe kreuzende Hautnerven zu erhalten, führte nicht zu einer weniger schmerzhaften Narbe ([219]).

Möglicherweise ist die Vernarbung des N. medianus geringer, wenn die Durchtrennung des Retinakulum ulnarseitig erfolgt ([220]).

Ein "Kurzschnitt" unmittelbar distal der Rascetta ([221]), eine weiter distal gelegene "Mini-Inzision" ([222], [223], [224], [225]) oder eine Doppelinzision ([226]) können möglicherweise die Läsion von variablen Hautnerven vermindern. Sie sollten aber dem erfahreneren Operateur vorbehalten bleiben ([201]) (**Empfehlung 11.2.12**). Inadäquate Inzisionen erhöhen das Risiko von inkompletten Retinakulumspaltungen und Läsionen des N. medianus und seiner Äste, aber auch des N. ulnaris ([202], [203]) (s. auch Komplikationen!).

Minimal-invasive Techniken gelten in der Hand des Erfahrenen als sicher ([227],[228]), die Risiken dürfen aber nicht unterschätzt werden ([229]).

Eine routinemäßige *Epineurotomie* ist in der Regel bei Ersteingriffen nicht notwendig ([204], [205],[201]) (**Empfehlung 11.2.13**).

Eine interfaszikuläre Neurolyse führt zu schlechteren Ergebnissen und ist nur in begründeten Ausnahmen angezeigt ([206], [201]) (**Empfehlung 11.2.14**).

Die *Darstellung des motorischen Astes* ist routinemäßig nicht erforderlich, jedoch ist Vorsicht bei atypischem Abgang bzw. Normvarianten ([230]) geboten! Der Erhalt des motorischen Astes muss verifiziert werden (**Empfehlung 11.2.15**).

Eine Synovialektomie ist ebenfalls routinemäßig nicht erforderlich ([207]), sondern nur bei auffallenden pathologischen Veränderungen wie z.B. bei hypertropher oder entzündlich-rheumatischer Synovialitis und Amyloidose bei Dialysepatienten (**Empfehlung 11.2.16**).

Eine Resektion der *Palmaris-longus-Sehne* sollte nicht erfolgen. Atypische Muskeln oder Sehnen *innerhalb* des Karpalkanals können im Einzelfall reseziert werden.

Eine *Rekonstruktion des Retinakulum* (z.B. durch eine Z-Plastik) zur Verbesserung der postoperativen Grobkraft wird widersprüchlich beurteilt ([208], [209], [13]) (**Empfehlung 11.2.17**).

b) die **endoskopische Retinakulumspaltung**

Es stehen mehrere gleichwertige Verfahren zur Auswahl:

- **monoportale Technik nach AGEE ([231])**
- **biportale Technik nach CHOW ([232])**
- **andere monoportale Techniken**

Bezüglich Details der einzelnen Techniken wird auf die einschlägige Literatur verwiesen (s. auch [233]). Die Spaltung des Retinakulum erfolgt jeweils unter endoskopische Sicht, wobei Führungskanülen und verschiedene Messer (Chow-Methode) oder ein Einhandinstrumentarium (z.B. Agee-Methode) zu Hilfe genommen werden. Bluteleere ist wegen der besseren Sicht bei der monoportalen Methode obligat, aber auch bei der biportalen Technik empfehlenswert. Sie wurde von den Erstbeschreibern beider Methoden angewandt ([231], [232]).

Die endoskopischen Verfahren haben gegenüber den offenen Techniken weder eindeutige Vor- noch Nachteile ([201], [234]): Die **Operationsergebnisse** sind insgesamt vergleichbar mit denen der offenen Operation ([210], [235], [236]), auch im Vergleich zur Mini-Inzision ([237], [238]). Der höheren Patientenzufriedenheit bei unkompliziertem Verlauf ([239]) und dem geringeren Narbenschmerz bei endoskopischen Verfahren, stehen möglicherweise eine höhere Komplikationsrate ([240], [241], [242],[236]) oder schlechtere Langzeitergebnisse bzw. eine höhere Rezidivhäufigkeit gegenüber als bei offener Operation ([243], [244], [245],[246]). Dies wird von anderen Studien nicht bestätigt ([247], [248],[249]). Der geringere postoperative Schmerz nach endoskopischem Eingriff scheint aber die höheren Kosten nicht zu rechtfertigen, zumal die Dauer der Arbeitsunfähigkeit hierdurch nicht verkürzt wird (Atroschi et al 2006). Eine Meta-Analyse ([250]) zeigt eine schnellere Erholung der Kraft bei endoskopische Verfahren, jedoch keine Differenz mehr nach 6 Monaten.

Die **Komplikationsrate** ist stark von der Erfahrung des Operateurs abhängig. Bei Operateuren mit weniger als 25 Eingriffen mit der CHOW-Methode betrug die Komplikationshäufigkeit bis zu 5,6%, bei mehr als 100 Eingriffen sank sie auf weniger als 1% ([232], [251], [249],[252]).

Da die "**Lernkurve**" ([253]) länger ist als bei der offenen Technik, sollten endoskopische Eingriffe nur durch einen erfahrenen Operateur mit endoskopischem Training durchgeführt werden ([210], [211],[212]) (**Empfehlung 11.2.18**)

Eine **relative Kontraindikation** besteht bei Einschränkung der Streckfähigkeit des Handgelenks (letzteres gilt besonders für die Zweiportalmethode), eine **absolute Kontraindikation** stellen Revisionseingriffe, eine ausgeprägte rheumatische Synovialitis, Tumoren, Infektionen und ein Handödem dar ([254]).

12 Nachbehandlung

Empfehlungen

Empfehlung 12.1	Eine frühe funktionelle Behandlung mit selbständigen Bewegungsübungen der Finger ohne oder nur mit geringer Belastung soll bereits am ersten postoperativen Tag erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad A ↑↑		
Evidenzgrad 1b	[255]	
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Ein Watteverband oder ein Verband mit leichter Kompression im Wundgebiet ohne Einschnürung ist nur für wenige Tage erforderlich. Eine kurzzeitige Ruhigstellung des Handgelenks durch eine Schiene ist möglich und liegt im Ermessen des Operateurs. Vergleichsstudien zeigten jedoch keine erkennbaren Vorteile einer postoperativen Schienung des Handgelenks ([256], [257],[258]),[259].

Bei Bedarf kann eine analgetische Medikation erfolgen. Postoperative Kältepacks können schmerzlindernd wirken. Spezielle "Narbensalben" sind nicht erforderlich, allenfalls kann eine fetthaltige Salbe zur Narbenbehandlung empfohlen werden.

Eine **frühe funktionelle Behandlung** mit selbständigen Bewegungsübungen der Finger ohne oder nur mit geringer Belastung soll bereits am ersten postoperativen Tag erfolgen (**Empfehlung 12.1**). Sie beugt Handödem und Fingersteife vor. Vermeidung einer Handgelenksschiene und frühe Übungsbehandlung führen zu einer früheren Gebrauchsfähigkeit der Hand im täglichen Leben und im Beruf ([255]).

Die Arbeitsunfähigkeit beträgt bei regulärem Verlauf in Abhängigkeit von dem Ausmaß der manuellen Belastung 3 - 6 Wochen, für leichtere Arbeiten (Büro o. ä.) auch weniger ([216], [260]).

13 Prognose und Verlauf

Empfehlungen/Statements

Keine

Hintergrundtext

Die **Prognose** ist bei rechtzeitiger Indikation und korrekter Durchführung des Eingriffs gut, auch bei Patienten älter als 70 Jahre ([261]) und bei Diabetikern ([262]). Ein längeres Intervall (> 3 Jahre) zwischen Symptombeginn und Operation verschlechtert die Prognose ([263]). Auch bei Patienten unter Langzeitdialyse zeigt sich in den meisten Fällen postoperativ eine gute bis sehr gute Besserung ([264],[265]).

Der präoperativ erhöhte Druck im Karpalkanal sinkt unmittelbar postoperativ ([266]).

Der nächtliche Schmerz bessert sich sofort, die Sensibilitätsstörung meist innerhalb einiger Tage bis Wochen. In schweren Fällen kann die Besserung bis zu sechs Monaten dauern. Protrahierte Restbeschwerden durch Reizzustände der äußeren und inneren Narbe verschwinden spätestens innerhalb von sechs Monaten. In seltenen Fällen werden anhaltende neuropathische Schmerzzustände beobachtet besonders bei fortgeschrittenem präoperativem Befund (jedoch ist hier an die Möglichkeit einer intraoperativen Schädigung des Nervs zu denken).

Auch die Langzeitergebnisse sind gut, insbesondere was die Schmerzsymptomatik angeht ([267]). Eine länger als ein Jahr bestehende Muskelatrophie ist allerdings oft nicht mehr rückbildungsfähig (=Defektzustand). Langzeithämodialyse und Manifestation einer Amyloidose verschlechtern die Prognose.

Protrahierte Narbenschmerzen klingen in der Regel nach spätestens 6 Monaten ab ([268]). Ursache sind meist kleine Neurome von Seitenästen des Ramus palmaris N. medianus. Eine hypertrophe Narbenbildung ist bei korrekter Schnittführung selten.

Von manuell stark belasteten Patienten kann postoperativ über eine Kraftminderung der Hand geklagt werden. Diese wird teilweise auf die schmerzhafte Narbe, zum Teil auch auf die veränderte Statik der Hand zurückgeführt und verschwindet spätestens nach drei Monaten ([13]). Die Beschwerden sind nach endoskopischen Eingriffen innerhalb der ersten sechs Wochen möglicherweise geringer.

Rezidive nach anfänglicher Beschwerdefreiheit sind besonders bei rheumatischer Synovialitis, starker Vernarbung und Dialysepatienten möglich. Bei letzteren kommen in Abhängigkeit von der Dialysedauer auch Mehrfachrezidive vor ([264], [50]).

Zu beachten ist, dass es in fortgeschrittenen Fällen postoperativ oft zu keiner Normalisierung der distalen motorischen Latenz des N. medianus und des SNAP ([269], [270],[271]) kommt. Dies ist nicht gleichbedeutend mit einem Rezidiv! (s. auch Kapitel 15)

14 Komplikationen

Empfehlungen/Statements

Keine

Hintergrundtext

Eine Meta-Analyse (Boeckstyns u. Sorensen 1999) ergab eine Komplikationsrate von 5,6% für endoskopische und von 2,8% für offene Eingriffe, wobei die erhöhte Zahl von Komplikationen bei den endoskopischen Eingriffen vor allem auf passagere Nervläsionen zurückzuführen war. Eine Umfrage in den USA hatte eine Komplikationsrate von 0,8% bei offenen und von 1,6% bei endoskopischen Eingriffen gezeigt ([272]).

- Nervläsionen: Komplette Nervdurchtrennungen sind bei regelrechtem Vorgehen und einem erfahrenen Operateur extrem selten (< 0,3%). Sie kommen eher bei endoskopischen Verfahren, eingeschränktem Zugang und inadäquater Schnitfführung vor, auch als partielle oberflächliche Läsionen mit neuropathischem Schmerz (Brennschmerz, Dysästhesie/Hyperpathie). Das Risiko einer bleibenden Nervschädigung bei endoskopischen Verfahren ist identisch mit dem des offenen Vorgehens ([170], [246],[236]), schwere Nervläsionen (z.B. komplette Durchtrennungen) sind jedoch möglicherweise häufiger bei endoskopischen Eingriffen ([273], [274], [253], [275],[242]). Hier sind der N. palmaris communis III bzw. N. digitalis proprius IV und der N. ulnaris besonders gefährdet ([276], [277], [203]). Reversible Nervschäden sind bei endoskopischen Verfahren häufiger als bei offenen ([278], [253], [279], [236], [280]). S. auch Kap. 11.2 "Komplikationsrate".
- Wundinfektionen: In etwa 1% der Fälle sind oberflächliche Stichkanalinfekte, in < 0,5% tiefe Infektionen ([281]) zu beobachten. Letztere erfordern eine antibiotische Behandlung und operative Revision.
- Sehnenverletzungen sind extrem selten (< 0,1%) [274] und wurden bei der biportalen endoskopischen Methode vereinzelt beobachtet ([272]), ebenso selten sind Gefäßverletzungen. Letztere kommen eher bei endoskopischen Eingriffen vor ([282]).
- Ein Komplexes Regionales Schmerzsyndrom (CRPS I) ist bei lege artis durchgeführter Retinakulumspaltung extrem selten. Bei mehr als 7000 endoskopischen Eingriffen wurde diese Komplikation 10mal beobachtet ([13]). Ein Handödem und eine Einsteifung der kleinen

Fingergelenke durch einschnürenden Verband und Mindergebrauch der Hand können ähnliche Beschwerdebilder verursachen, die nicht mit einem CRPS verwechselt werden dürfen.

- Eine inkomplette Retinakulumspaltung ist die häufigste Ursache für ein persistierendes KTS (und einen Revisionseingriff) ([283], [284], [285], [286], [287], [288],[289]). Besonders bei atypischer Schnittführung, Inzisionen mit unzureichender Übersicht ([290],[203]) und nach endoskopischen Eingriffen ([244],[245]) werden mehr inkomplette Retinakulumspaltungen beobachtet.

15 Revisionseingriffe

Empfehlungen

Empfehlung 15.1	Bei nicht zufriedenstellender postoperativer Besserung, bei nach beschwerdefreiem Intervall wieder auftretenden Beschwerden oder einer postoperativen Verschlechterung der Parästhesien oder der Hypästhesie sollte eine erweiterte neurologische Abklärung und eine Kontrolle des klinischen, elektrophysiologischen und neurosonografischen Befundes erfolgen.	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 1b	[283], [203], [291], [292], [293], [294], [295]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 15.2	Bei Beurteilung der postoperativen Neurographie sollte ein Vergleich mit den präoperativen Werten erfolgen	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 1b	[269], [291]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 15.3	Bei einer akzidentellen Durchtrennung des N. medianus oder seiner Äste oder des N. ulnaris sollte eine Rekonstruktion so schnell wie möglich, im Idealfall primär erfolgen.	Stand 2006
Empfehlungsgrad B ↑		
Evidenzgrad 1b	[296]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 15.4	Bei irreparabler Schädigung des motorischen Astes kann ein Sehnen- oder Muskeltransposition zur Verbesserung der Daumenopposition erfolgen.	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ↔		
Evidenzgrad 4	[297]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 15.5	Bei starken Vernarbungen können Verfahren zur Verbesserung der Gleitfähigkeit und Bedeckung des Nerven verwandt werden	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ⇔		
Evidenzgrad 3b	[298], [299], [300], [292], [301], [302], [303], [304], [305]	
	Konsensstärke: 100%	

Empfehlung 15.6	Bei Revisionseingriffen kann eine interfazikuläre Neurolyse indiziert sein.	Stand 2006
Empfehlungsgrad 0 ⇔		
Evidenzgrad 1a	[206]	
	Konsensstärke: 100%	

Hintergrundtext

Bei nicht zufriedenstellender postoperativer Besserung, bei nach beschwerdefreiem Intervall wieder auftretenden Beschwerden oder einer postoperativen Verschlechterung der Parästhesien oder der Hypästhesie sollte eine erweiterte neurologische Abklärung und eine Kontrolle des klinischen und elektrophysiologischen sowie sonografischen Befundes erfolgen ([283], [203], [291], [292], [293], [294], [295]). (**Empfehlung 15.1**)

Vor jeder Indikationsstellung zur operativen Revision ist die Diagnose besonders kritisch zu überprüfen. Eine radikuläre Ursache ist auszuschließen.

Ein postoperativ erhobener **pathologischer neurographischer Befund** ist keine hinreichende Indikation, da häufig keine Normalisierung der Werte eintritt [269], [291] - (s. auch Kapitel 13). Für die Indikation zur Revision sollte deshalb der Vergleich mit dem präoperativen Befund erfolgen (**Empfehlung 15.2**). Narbenschmerzen infolge **kleiner Neurome** von Seitenästen des Ramus palmaris sind keine Indikation für eine operative Revision. Allenfalls ein schmerzhaftes Neurom nach Durchtrennung des Ramus palmaris in Höhe der Rascetta kann eine Resektion erforderlich machen ([276]).

Bei einer akzidentellen **Durchtrennung des N. medianus** oder seiner Äste oder des N. ulnaris sollte eine Rekonstruktion so früh wie möglich, idealerweise primär erfolgen [296] (**Empfehlung 15.3**).

Bei **irreparabler Schädigung des motorischen Astes** kann eine Sehnen- oder Muskeltransposition zur Verbesserung der Daumenopposition erfolgen. ([297]). (**Empfehlung 15.4**).

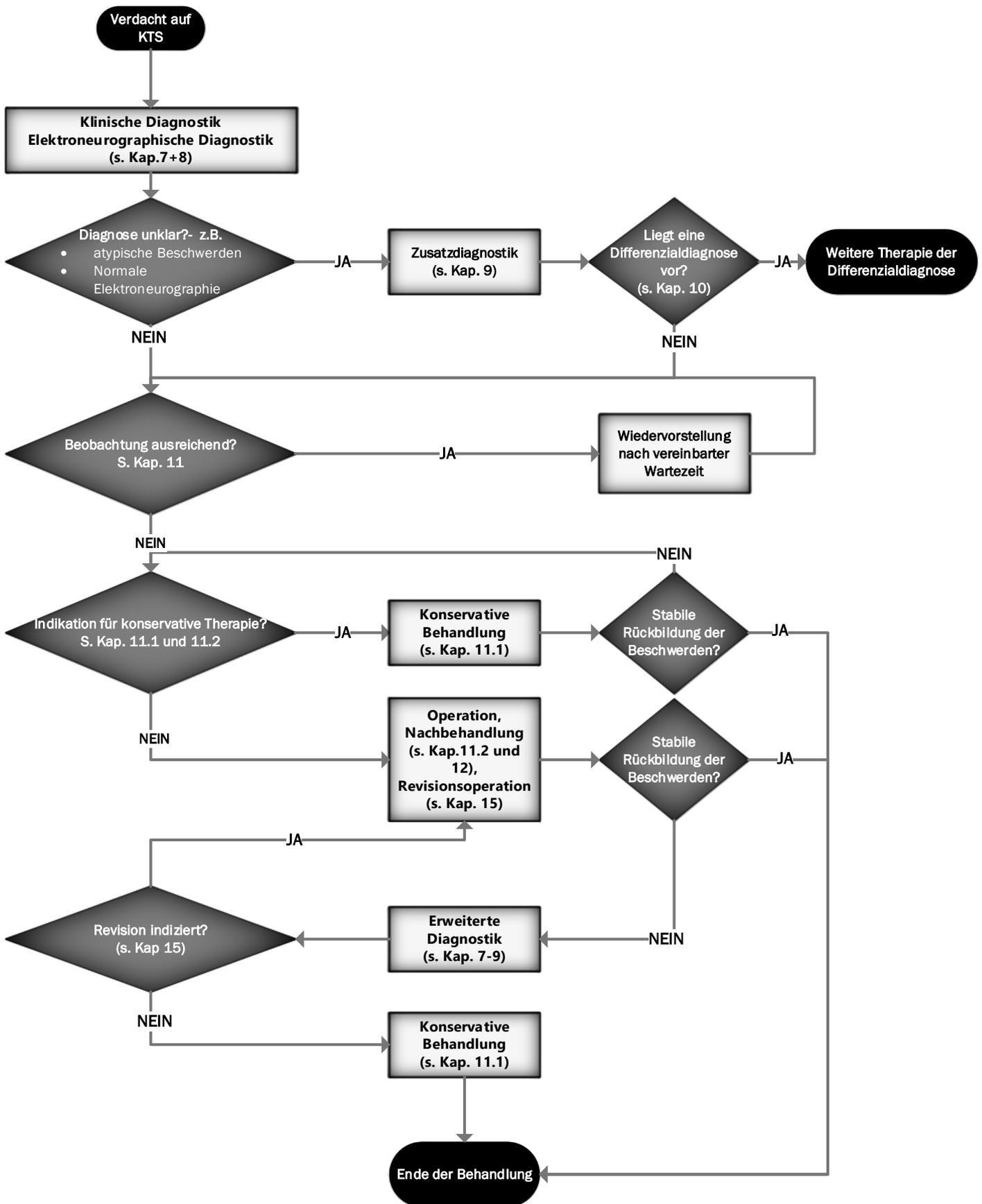
Häufigste Ursache für einen Zweiteingriff ist die **inkomplette Retinakulumspaltung** (siehe Komplikationen). Die operative Revision (Korrekturingriff) bessert hier in der Regel die Beschwerden bzw. führt zu Beschwerdefreiheit.

Bei **starken Vernarbungen** werden zur Verbesserung der Gleitfähigkeit und der Bedeckung des Nervs zahlreiche Verfahren wie Ummantelung mit Synovial- Muskel- und Hypothenar-Fett-Lappen oder Venenmaterial beschrieben ([298], [299], [300], [292], [301], [302], [303], [304], [305]). Es handelt sich meist um Fallserien, größere Studien mit Nachweis einer Effizienz stehen noch aus ([13], Steyers 2002 [292]). (**Empfehlung 15.5**).

Über Eingriffe am Nerv bei Revisionseingriffen wie die **interfaszikuläre Neurolyse** gibt es ebenfalls keine hinreichend validierten Studien ([206]). Im Einzelfall kann sie indiziert sein. (**Empfehlung 15.6**)

Ein **Zweiter Revisionseingriff** sollte nur nach kritischer Überprüfung der Indikation (und besonders der Differenzialdiagnosen!) durch einen erfahrenen Diagnostiker und durch einen besonders erfahrenen Operateur in einer Schwerpunktpraxis oder einem Zentrum erfolgen.

16 Klinischer Algorithmus



17 Qualitätsindikatoren

Zur Verbesserung der Versorgungsqualität bezüglich der korrekten Diagnostik, bei der konservativen und operativen Behandlung des Krankheitsbilds sowohl zur Vermeidung von Revisionseingriffen hält die Arbeitsgruppe die Definition von Qualitätszielen für hilfreich und schlägt folgende Qualitätsmerkmale vor:

Qualitätsmerkmale für Diagnostik

- Anteil der Patienten mit Erfassung der Anamnese (**Statement 5.1**)
- Anteil der Patienten mit Dokumentation der klinischen Untersuchung (**Empfehlung 7.1 – 7.3**)
- Anteil der Patienten mit Durchführung einer leitliniengerechten elektroneurographischen Untersuchung (**Empfehlung 8.1**)

Qualitätsmerkmale für Neurographie

- Anteil der Patienten mit Messung und Korrektur der Hauttemperatur
- angemessene Interpretation der Untersuchungsergebnisse
- Anteil der Patienten mit Vergleich der sensiblen Nervenleitgeschwindigkeit des N. medianus und des N. ulnaris am gleichen Arm

Qualitätsmerkmale für nicht-operative Behandlung

- Anteil der Patienten mit dokumentierten neurologischen Defiziten oder erfolgloser Behandlungsdauer über 6 Wochen (**Empfehlung 11.1.1/11.2.1**)
- Anteil der Patienten mit Schienenbehandlung bei Indikation zur konservativen Behandlung (**Empfehlung 11.1.1**).

Qualitätsmerkmale für Indikationsstellung zur operativen Behandlung

- Anteil der Patienten mit dokumentierten neurologischen Defiziten oder erfolgloser Behandlungsdauer über 6 Wochen (**Empfehlung 11.2.1/11.1.1**)

Qualitätsmerkmale für Durchführung des Eingriffs (operative Technik) und der Nachbehandlung :

- Anteil der Eingriffe mit offener Retinakulumspaltung und kurzer Schnittführung (**Empfehlung 11.2.12**).
- Anteil der Rezidiveingriffe mit Nachweis einer ungenügenden Retinakulumspaltung (**Empfehlung 11.2.12**).
- Anteil der Eingriffe mit Epineurotom bei Ersteingriffen (**Empfehlung 11.2.13**).
- Anteil der Eingriffe mit interfaszikulärer Neurolyse bei Ersteingriffen (**Empfehlung 11.2.14**).
- Anteil der endoskopischen Eingriffe in Relation zum endoskopischem Training (**Empfehlung 11.2.18**).
- Anteil der Patienten mit früher funktioneller Behandlung postoperativ (**Empfehlung 12.1**).

18 Wichtige Forschungsfragen

In den letzten Jahren hat erfreulicherweise die Anzahl randomisiert-kontrollierter Studien zu verschiedenen Aspekten des Karpaltunnelsyndroms zugenommen. Dennoch ergab die aktuelle Evidenzrecherche zu den PICO-Fragen 1 (Stellenwert der Magnetresonanztomografie), 5 (Indikation bei dialysepflichtiger Niereninsuffizienz auf der Seite der Shuntanlage), 6 (Indikation bei Lymphödem nach Resektion eines Mamma-Karzinoms) und 7 (Indikation bei Radiusfraktur) keine qualitativ ausreichenden Studien. Die Autoren sehen daher primär diese Fragestellungen als Gegenstand zukünftiger klinischer Studien.

19 Informationen zu dieser Leitlinie

19.1 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

19.1.1 Leitlinienkoordinatoren/Ansprechpartner

Leitlinienkoordination:

Prof. Dr. med. Margot Wüstner-Hofmann, Klinik Rosengasse GmbH Ulm,
Abtlg. Handchirurgie, Rosengasse 19, D-89073 Ulm

Prof. Dr. med. Karsten Schwerdtfeger, Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum des Saarlandes,
D-66421 Homburg(Saar)

Leitliniensekretariat:

Frau Petra Ecker

Klinik Rosengasse GmbH Ulm, Abtlg. Handchirurgie

Rosengasse 19, D-89073 Ulm

petra.ecker@klinik-rosengasse.de

19.1.2 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Tabelle 1: Mitglieder der Leitliniengruppe

Mandatsträger	Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum		
Prof.Dr.med.Karsten Schwerdtfeger	DGNC	29.06.17	bis	31.01.22
Prof.Dr. med.Gregor Antoniadis	DGNC	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr. med. Margot Wüstner-Hofmann	DGH	29.06.17	bis	31.01.22
Prof.Dr. med. Andreas Frick	DGH	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr. med. Martin Langer	DGH	29.06.17	bis	31.01.22
PD Dr. med. Oliver Kastrup	DGN	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr. med. Ulrich Dillmann	DGN	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr. med. Michael Schädel-Höpfner	DGOU	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr.med. Peter Mailänder	DGPRÄC	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr. med. Clemens Dumont	DGU	29.06.17	bis	31.01.22
Prof. Dr. med. Christian Bischoff	DGKN	29.06.17	bis	31.01.22
Dr. med. Konrad Scheglmann ¹⁾	DGKN	29.06.17	bis	09.11.19

¹⁾ Hr. Dr. Scheglmann musste aufgrund einer unvorhergesehen hohen Arbeitsbelastung seine weitere Teilnahme nach der ersten Sitzung der Leitliniengruppe absagen.

Weitere Teilnehmer	Funktion & Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum		
Farhad Shokraneh	Systematic review consultant	01.09.21	bis	31.01.22
Johannes Friedel	Healthcare Management	09.11.19	bis	31.01.22
Ghazaleh Aali	Systematic review consultant	01.09.21	bis	31.01.22
Marwah Anas El Wegoud	Systematic review consultant	01.09.21	bis	31.01.22
Katairo Thomas	Systematic review consultant	01.09.21	bis	31.01.22
Fang Zhu	Systematic review consultant	01.09.21	bis	31.01.22
Brian F. Leas	Systematic review consultant	01.09.21	bis	31.01.22
Dr. H. Assmus	Externer Berater	29.06.17	bis	31.01.22

19.1.3 Patientenbeteiligung

Patienten wurden an der Erstellung der Leitlinie nicht beteiligt, da für das Thema bei einer Recherche keine Patientenorganisation gefunden wurde.

19.1.4 Methodische Begleitung

Bei der Aktualisierung der Leitlinie erfolgte die methodische Begleitung durch:

Farhad Shokraneh

Team leader at Systematic Review Consultants

9 Sandfield Road Nottingham, United Kingdom, Post Code NG 7 1QR

Johannes Friedel

Gesundheitswissenschaftler, Gesundheitsmanagement/ Healthcare Management

(Master of Arts)

Hintere Hauptstr. 36, 73099 Adelberg

19.2 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem AWMF-Regelwerk Version 2.0 vom 19.11.2020 [306].

Bereits die Vorgängerversionen waren als S3-Leitlinien veröffentlicht worden. Im Rahmen des Updates wurden daher die beteiligten Fachgesellschaften gebeten, erneut Mandatsträger für das Update zu benennen, so dass erneut eine repräsentative Arbeitsgruppe für das Update erstellt werden konnte. Beim ersten Treffen der Arbeitsgruppe wurden auf Basis einer weit gefassten Literaturrecherche und der persönlichen Erfahrung der Teilnehmer insgesamt acht Bereiche definiert, bei denen nach einstimmiger Ansicht der Teilnehmer ein Klärungsbedarf für die vorhandene Evidenz bestand. Es handelte sich dabei um:

1. Die diagnostische Aussagekraft (Sensitivität/Spezifität) der Magnetresonanztomografie
2. Die diagnostische Aussagekraft (Sensitivität/Spezifität) der hochauflösenden Ultraschallsonografie
3. Die Ergebnisse der ultraschallgesteuerten Kortisoninjektion in den Karpaltunnel bei Indikation zur konservativen Therapie
4. Den Stellenwert einer Low-Level-Lasertherapie bei Indikation zur konservativen Therapie
5. Die Indikation zur operativen Therapie bei dialysepflichtiger Niereinsuffizienz auf der AV-Shuntseite
6. Die Indikation zur operativen Therapie bei Lymphödem nach Resektion eines Mamma-Karzinoms
7. Die Indikation zur Operation bei distaler Unterarmfraktur und klinischem Verdacht auf Karpaltunnelsyndrom.
8. Den Vergleich der Durchführung einer Operation in Blutsperrung und ohne (WALANT-Technik)

Für diese acht Bereiche wurden vorläufige PICO (Patient-Intervention-Control-Outcome)-Fragen definiert. Mit der systematischen Literaturrecherche und der Aufarbeitung der Evidenz wurden die beteiligten Methodiker Hr. F. Shokraneh und Hr. J. Friedel beauftragt. Da sich international zunehmend die GRADE-Methodik für die Aufarbeitung der Evidenz und Formulierung der Empfehlungen durchsetzt, wurde beschlossen, die Ergebnisse der Literaturrecherchen mit GRADE (GRADEpro für die diagnostischen Fragen und MAGICApp für die therapeutischen Fragestellungen) aufzuarbeiten – „GRADE-Empfehlungen“.

Die Fragestellungen, bei denen keine erneute systematische Literaturrecherche als erforderlich erachtet wurde, wurden im Oxford-Schema belassen, wobei sich im Vergleich zur Vorgängerversion die Notwendigkeit ergab, zwischen Empfehlungen und Hintergrundtext zu unterscheiden. Die „Oxford-Empfehlungen“ wurden sprachlich angepasst und dem Hintergrundtext vorangestellt.

Die Konsensusfindung erfolgte im Rahmen eines zweigeteilten Nominalen Gruppenprozesses im online-Format, wobei auch über die Oxford-Empfehlungen aufgrund der sprachlichen Änderungen erneut abgestimmt wurde.

19.3 Literaturrecherche

Zur Verfeinerung der PICO-Fragen wurde eine Steuerungsgruppe aus den Koordinatoren und je nach Fragestellung weiteren Arbeitsgruppenmitgliedern gebildet, die bei den diagnostischen Fragen die genauen Testverfahren und den Referenzstandard festlegten. Bei therapeutischen Fragen wurde ein Katalog der für das Krankheitsbild sinnvollen Outcome-Maße festgelegt, der allerdings im Rahmen der Recherche nicht immer für alle Aspekte nutzvolle Ergebnisse lieferte. Eine ausführliche Beschreibung zur Update-Literaturrecherche finden Sie im Leitlinienreport dieser Leitlinie.

19.4 Evidenzbewertung

Da sich international zunehmend die GRADE-Methodik für die Aufarbeitung der Evidenz und Formulierung der Empfehlungen durchsetzt, wurde – wie erwähnt- beschlossen, die Ergebnisse der Literaturrecherchen mit GRADE (GRADEpro für die diagnostischen Fragen und MAGICApp für die therapeutischen Fragestellungen) aufzuarbeiten – „GRADE-Empfehlungen“.

Die Fragestellungen, bei denen keine erneute systematische Literaturrecherche als erforderlich erachtet wurde, wurden im Oxford-Schema belassen, wobei sich im Vergleich zur Vorgängerversion die Notwendigkeit ergab, zwischen Empfehlungen und Hintergrundtext zu unterscheiden. Die „Oxford-Empfehlungen“ wurden sprachlich angepasst und dem Hintergrundtext vorangestellt.

Für zukünftige Updates ist im Falle weiterer Evidenzrecherchen geplant, die Ergebnisse mit dem GRADE-System zu bewerten.

19.5 Strukturierte Konsensfindung

Als Verfahren zur Konsensusfindung wurde der Nominale Gruppenprozess gewählt. Aufgrund der bei Erstellung des Updates vorherrschende Covid-19 Pandemielage musste ein online-Format gewählt werden, das in zwei Sitzungen abgehalten wurde. Die abzustimmende Empfehlungen/Hintergrundtexte wurden im Vorfeld verschickt und lagen allen Teilnehmern bei der Abstimmung vor. Aufgrund der Pandemiesituation wurde die Moderation von einem der beiden Koordinatoren, Hr. Prof. Dr. med. K. Schwerdtfeger übernommen, der anerkannter AWMF-Leitlinienberater ist. Da trotz mehrfacher Aufforderungen zwei Mitglieder der Arbeitsgruppe bis zum Termin des Nominalen Gruppenprozesses ihre Interessenskonflikte nicht erklärt hatten, mussten sie von der Abstimmung ausgeschlossen werden (s. Kap. 20.2). Es wurde am Anfang der ersten Konsensuskonferenz beschlossen, jede Fachgesellschaft mit einem Stimmrecht zu versehen.

Die Durchführung des Nominalen Gruppenprozesses erfolgte derart, dass zunächst die Statements, Empfehlungen, Texte und daraus resultierend Fragen gemeinsam diskutiert wurden. Bei Bedarf erfolgte die Formulierung von Alternativvorschlägen, die online eingeblendet wurden. Danach erfolgte die Abstimmung.

Eine ausführliche Beschreibung der strukturierten Konsensfindung finden Sie im Leitlinienreport dieser Leitlinie.

19.6 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

19.6.1 Festlegung des Empfehlungsgrades

Die Konsistenz der Studienergebnisse und weitere Faktoren z.B. das Risiko eines Bias werden im GRADE-System bei der Sicherheit der Evidenzbeurteilung berücksichtigt. Für den Schritt von der Evidenz zur Empfehlung sind die Relevanz der Endpunkte, die Effektstärken; das Nutzen-Schaden-Verhältnis, klinische Erfahrungswerte, rechtliche, ethische und ökonomische Verpflichtungen und soweit bekannt Patientenpräferenzen zu berücksichtigen. Ferner spielt die Anwendbarkeit auf die Patientenzielgruppe innerhalb des deutschen Gesundheitssystem und die Umsetzbarkeit im Alltag eine entscheidende Rolle. In dieser Leitlinie seien exemplarisch die Empfehlungen zur ultraschallgesteuerten Kortisoninfiltration (**Empfehlung 11.1.4**) und zur Low-level-Heil-Lasertherapie (**Empfehlung 11.1.5**) erwähnt. Im ersteren Fall fanden sich z.T. signifikante und mit hoher Sicherheit bewertete Effekte, deren Effektstärke aber so gering war, dass nur eine schwache Empfehlung ausgesprochen werden konnte. Im zweiten Fall zeigten sich deutliche Effekte, aufgrund der mangelnden Konsistenz und vor allem des Bias-Risikos konnte ebenfalls nur eine schwache Empfehlung für diese Behandlungsmethode ausgesprochen werden, die in Deutschland nicht zum Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherungen zählt.

Da für die „Oxford-Empfehlungen“ keine neue systematische Literaturrecherche und Bewertung erfolgte, werden in dieser Leitlinie zwei verschiedene Empfehlungsgraduierungen benutzt, die in Tabelle 2 und 3 dargestellt sind.

Tabelle 2: Schema zur Graduierung von Empfehlungen bei Bewertung der Evidenz nach Oxford.

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise	Symbol (fakultativ)
A	Starke Empfehlung	Soll/soll nicht	↑↑ / ↓↓
B	Schwache Empfehlung	Sollte/sollte nicht	↑ / ↓
0	Empfehlung offen	Kann erwogen/verzichtet werden	↔

Tabelle 3: Schema zur Graduierung von Empfehlungen nach GRADE

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise	Symbol (fakultativ)
1	Starke Empfehlung	Wir empfehlen/empfehlen nicht	↑↑ / ↓↓
2	Schwache Empfehlung	Wir schlagen vor / schlagen nicht vor	↑ / ↓

19.6.2 Feststellung der Konsensstärke

Im Rahmen des nominalen Gruppenprozesses wurde über 5 Statements und 41 Empfehlungen abgestimmt. Es wurden ein Statement und zwei Empfehlungen gestrichen. Mit zwei Ausnahmen konnte ein starker Konsens gemäß Tabelle 4 erreicht werden. Die erwähnten Ausnahmen wurden als Konsens angenommen.

Tabelle 4: Feststellung der Konsensstärke

Klassifikation der Konsensusstärke	
Starker Konsens	> 95% der Stimmberechtigten
Konsens	>75-95% der Stimmberechtigten
Mehrheitliche Zustimmung	>50-75% der Stimmberechtigten
Dissens	<50% der Stimmberechtigten

20 Redaktionelle Unabhängigkeit

20.1 Finanzierung der Leitlinie

Die Finanzierung der Leitlinien-Erstellung erfolgte über die beteiligten Fachgesellschaften, federführend durch die Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie und die Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie. Die Aufteilung der Kosten erfolgte gemäß einem zu Beginn festgelegten Schlüssel. Alle Mitglieder der Arbeitsgruppe arbeiteten ehrenamtlich ohne Vergütung. Auf eine Finanzierung durch die pharmazeutische Industrie wurde verzichtet. Themen und Inhalte der Leitlinie wurden so in keiner Weise beeinflusst.

20.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Von den anfänglich mandatierten Teilnehmern gab der Vertreter der DGOOC vor dem ersten Treffen der Arbeitsgruppe sein Mandat zurück und beteiligte sich nicht an der Entwicklung des Updates. Die Information erreichte die Koordinatoren leider mit Verspätung. Nach Rücksprache mit dem Leitliniensekretariat der DGOU als Dachverband der Fachgesellschaften DGOOC und DGU wurden daraufhin ein Mandatsträger der DGOU benannt und statt der DGOOC die DGOU als erstellende Fachgesellschaft aufgenommen. Die DGU als Fachgesellschaft wurde belassen, da der Vertreter der DGU an allen Sitzungen, der Ausarbeitung der Texte und dem Nominalen Gruppenprozess teilgenommen hat. Der zweite Vertreter der DGKN konnte aufgrund einer unverhorgesehenen Arbeitsbelastung nur am ersten Treffen der Arbeitsgruppe teilnehmen. Ein Einfluss auf die Formulierung der Empfehlungen und Texte bestand nach übereinstimmender Ansicht der Koordinatoren nicht, sodass auf eine Erklärung der Interessenskonflikte verzichtet wurde. Alle übrigen Mitglieder der Arbeitsgruppe, Hr. Dr. Assmus als externer Berater und das Team der Methodischen Beratung gaben eine Erklärung ihrer Interessen ab.

Frau Prof. Dr. med. Margot Wüstner-Hofmann wurde von den in der AG verbleibenden Mitgliedern einstimmig beauftragt, die Interessenskonflikterklärung zu bewerten. Ihre Erklärung wurde vom zweiten Koordinator Hr. Prof. Dr. med. Karsten Schwerdtfeger bewertet. Die Erklärungen sind mit der Bewertung auf mögliche Relevanz in Anlage 2 des Leitlinienreports zusammengefasst. Insgesamt ergab sich kein relevanter Bezug zu den Leitlinienthemen.

22. Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab **01.02.2022** bis zur nächsten Aktualisierung gültig, die Gültigkeitsdauer beträgt fünf Jahre. Vorgesehen sind regelmäßige Aktualisierungen; bei dringendem Änderungsbedarf werden diese gesondert publiziert. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden.

Leitliniensekretariat:

Petra Ecker

Klinik Rosengasse GmbH

Rosengasse 19

D 89073 Ulm

petra.ecker@klinik-rosengasse.de

23. Verwendete Abkürzungen

AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BCTQ - SSS - FSS	Boston Carpal Tunnel Questionnaire Symptom Severity Score Functional Status Scale
CRPS	Complex Regional Pain Syndrome, Komplex regionales Schmerzsyndrom
CSA	Cross sectional area
KTS, CTS	Karpaltunnelsyndrom, Carpal tunnel syndrome
CTS-6	Six-items CTS symptom scale
DGH	Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie
DGKN	Deutsche Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
DGNC	Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie
DGOOC	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
DGOU	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie
DGPRÄC	Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
KI, CI	Konfidenzintervall, confidence interval
EMG	Elektromyographie
LLL-Therapie	Low-Level-Lasertherapie
MR, MRT	Magnetresonanztomographie
M., Mm.	Musculus, Musculi
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
ms	Millisekunde
m/s	Meter pro Sekunde
N., Nn.	Nervus, Nervi
NLG	Nervenleitgeschwindigkeit
OR	Odds ratio
PICO	“Patient-Intervention-Comparison-Outcome”
SGB	Sozialgesetzbuch
SNAP	sensibles Nervaktionspotential
VAS	Visuelle Analogskala
WALANT	“wide awake local anesthesia no tourniquet”

24. Literaturverzeichnis

1. Assmus, H., et al., [*Diagnosis and therapy of carpal tunnel syndrome--guideline of the German Societies of Handsurgery, Neurosurgery, Neurology, Orthopaedics, Clinical Neurophysiology and Functional Imaging, Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery, and Surgery for Traumatology*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2007. **39**(4): p. 276-88.
2. Assmus H, A.G., Bischoff C, Scheglmann K, Schwerdtfeger K, Towfigh H, Wessels KD, Wüstner-Hofmann M, *Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms*. 2012, AWMF online - Nach Erscheinen des Updates über die Autoren zu beziehen.
3. Rempel, D., et al., *Consensus criteria for the classification of carpal tunnel syndrome in epidemiologic studies*. Am J Public Health, 1998. **88**(10): p. 1447-51.
4. Atroshi, I., et al., *Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population*. Jama, 1999. **282**(2): p. 153-8.
5. Spahn, G., et al., [*Metaanalysis for the evaluation of risk factors for carpal tunnel syndrome (CTS) Part I. General factors*]. Z Orthop Unfall, 2012. **150**(5): p. 503-15.
6. Nordstrom, D.L., et al., *Incidence of diagnosed carpal tunnel syndrome in a general population*. Epidemiology, 1998. **9**(3): p. 342-5.
7. Mondelli, M., F. Giannini, and M. Giacchi, *Carpal tunnel syndrome incidence in a general population*. Neurology, 2002. **58**(2): p. 289-94.
8. Nathan, P.A., J.A. Istvan, and K.D. Meadows, *A longitudinal study of predictors of research-defined carpal tunnel syndrome in industrial workers: findings at 17 years*. J Hand Surg Br, 2005. **30**(6): p. 593-8.
9. Mattioli, S., et al., *Incidence rates of surgically treated idiopathic carpal tunnel syndrome in blue- and white-collar workers and housewives in Tuscany, Italy*. Occup Environ Med, 2009. **66**(5): p. 299-304.
10. Roquelaure, Y., et al., *Work increases the incidence of carpal tunnel syndrome in the general population*. Muscle Nerve, 2008. **37**(4): p. 477-82.
11. Spahn, G., et al., [*Metaanalysis for the evaluation of risk factors for carpal tunnel syndrome (CTS) Part II. Occupational risk factors*]. Z Orthop Unfall, 2012. **150**(5): p. 516-24.
12. Lamberti, P.M. and T.R. Light, *Carpal tunnel syndrome in children*. Hand Clin, 2002. **18**(2): p. 331-7.
13. Rosenbaum, R.B. and O. JL, *Carpal tunnel syndrome and other disorders of the median nerve*. 2nd ed. 2002: Butterworth Heinemann, Amsterdam.
14. Padua, L., et al., *Italian multicentre study of carpal tunnel syndrome: clinical-neurophysiological picture and diagnostic pathway in 461 patients and differences between the populations enrolled in the northern, central and southern centres*. Italian CTS Study Group. Ital J Neurol Sci, 1999. **20**(5): p. 309-13.
15. Bahrami, M.H., et al., *Prevalence and severity of carpal tunnel syndrome (CTS) during pregnancy*. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2005. **45**(2): p. 123-5.
16. Padua, L., et al., *Systematic review of pregnancy-related carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 2010. **42**(5): p. 697-702.
17. Pazzaglia, C., et al., *Multicenter study on carpal tunnel syndrome and pregnancy incidence and natural course*. Acta Neurochir Suppl, 2005. **92**: p. 35-9.
18. Kessler, M., et al., *Dialysis-associated arthropathy: a multicentre survey of 171 patients receiving haemodialysis for over 10 years*. The Co-operative Group on Dialysis-associated Arthropathy. Br J Rheumatol, 1992. **31**(3): p. 157-62.
19. Namazi, H. and Z. Majd, *Carpal tunnel syndrome in patients who are receiving long-term renal hemodialysis*. Arch Orthop Trauma Surg, 2007. **127**(8): p. 725-8.
20. Mondelli, M., et al., *Carpal tunnel syndrome and ulnar neuropathy at the elbow in floor cleaners*. Neurophysiol Clin, 2006. **36**(4): p. 245-53.

21. Aluclu M, T.A., Aluclu M, *The Frequency Of Carpal Tunnel Syndrome In Patients With Rheumatoid Arthritis*. The Internet Journal of Neurology, 2006. **5**(2).
22. Shiri, R., *Arthritis as a risk factor for carpal tunnel syndrome: a meta-analysis*. Scand J Rheumatol, 2016. **45**(5): p. 339-46.
23. Pourmemari, M.H. and R. Shiri, *Diabetes as a risk factor for carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis*. Diabet Med, 2016. **33**(1): p. 10-6.
24. Van Meir, N. and L. De Smet, *Carpal tunnel syndrome in children*. Acta Orthop Belg, 2003. **69**(5): p. 387-95.
25. Bekkelund, S.I. and C. Pierre-Jerome, *Does carpal canal stenosis predict outcome in women with carpal tunnel syndrome?* Acta Neurol Scand, 2003. **107**(2): p. 102-5.
26. Bleecker, M.L., et al., *Carpal tunnel syndrome: role of carpal canal size*. Neurology, 1985. **35**(11): p. 1599-604.
27. Kamolz, L.P., et al., *Carpal tunnel syndrome: a question of hand and wrist configurations?* J Hand Surg Br, 2004. **29**(4): p. 321-4.
28. Chow, C.S., et al., *Is symptomatology useful in distinguishing between carpal tunnel syndrome and cervical spondylosis?* Hand Surg, 2005. **10**(1): p. 1-5.
29. Assmus, H., *Ist das Karpaltunnelsyndrom erblich?* Akt Neurol, 1993. **20**: p. 138-141.
30. Radecki, P., *The familial occurrence of carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 1994. **17**(3): p. 325-30.
31. Żyluk, A., *The role of genetic factors in carpal tunnel syndrome etiology: A review*. Adv Clin Exp Med, 2020. **29**(5): p. 623-628.
32. Dada, S., et al., *Carpal tunnel syndrome: The role of collagen gene variants*. Gene, 2016. **587**(1): p. 53-8.
33. Wiberg, A., et al., *A genome-wide association analysis identifies 16 novel susceptibility loci for carpal tunnel syndrome*. Nat Commun, 2019. **10**(1): p. 1030.
34. Baum, H., D.K. Lüdecke, and H.D. Herrmann, *Carpal tunnel syndrome and acromegaly*. Acta Neurochir (Wien), 1986. **83**(1-2): p. 54-5.
35. Vouzouneraki, K., et al., *Carpal tunnel syndrome in acromegaly: a nationwide study*. Eur J Endocrinol, 2021. **184**(2): p. 209-216.
36. Zoicas, F., et al., *Screening for Acromegaly in Patients with Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Study (ACROCARP)*. Horm Metab Res, 2016. **48**(7): p. 452-6.
37. Shiri, R., et al., *Physical work load factors and carpal tunnel syndrome: a population-based study*. Occup Environ Med, 2009. **66**(6): p. 368-73.
38. van Rijn, R.M., et al., *Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome--a systematic review*. Scand J Work Environ Health, 2009. **35**(1): p. 19-36.
39. Thomsen, J.F., F. Gerr, and I. Atroshi, *Carpal tunnel syndrome and the use of computer mouse and keyboard: a systematic review*. BMC Musculoskelet Disord, 2008. **9**: p. 134.
40. GMBI, *Wissenschaftliche Begründung für die Berufskrankheit 2113 Bek. des BMAS vom 1.5.2009 -Iva4-45226-2 2009*.
41. Aboonq, M.S., *Pathophysiology of carpal tunnel syndrome*. Neurosciences (Riyadh), 2015. **20**(1): p. 4-9.
42. Donato, G., et al., *Pathological findings in subsynovial connective tissue in idiopathic carpal tunnel syndrome*. Clin Neuropathol, 2009. **28**(2): p. 129-35.
43. Lundborg, G., et al., *Median nerve compression in the carpal tunnel--functional response to experimentally induced controlled pressure*. J Hand Surg Am, 1982. **7**(3): p. 252-9.
44. Padua, L., et al., *Multiperspective follow-up of untreated carpal tunnel syndrome: a multicenter study*. Neurology, 2001. **56**(11): p. 1459-66.
45. Padua, L. and M. Mondelli, *Evolution of hand dysfunction and symptoms in untreated carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 2005. **32**(4): p. 545-7.
46. Assmus, H., *[Tendovaginitis stenosans: a frequent complication of carpal tunnel syndrome]*. Nervenarzt, 2000. **71**(6): p. 474-6.

47. Kumar, P. and I. Chakrabarti, *Idiopathic carpal tunnel syndrome and trigger finger: is there an association?* J Hand Surg Eur Vol, 2009. **34**(1): p. 58-9.
48. Goshtasby, P.H., D.R. Wheeler, and O.J. Moy, *Risk factors for trigger finger occurrence after carpal tunnel release.* Hand Surg, 2010. **15**(2): p. 81-7.
49. Nakamoto, H.A., et al., *Sensory testing in patients with hemodialysis-associated carpal tunnel syndrome submitted to surgical decompression.* Ann Plast Surg, 2014. **72**(6): p. 685-8.
50. Staub, F., T. Dombert, and H. Assmus, *[Carpal tunnel syndrome in haemodialysis patients: analysis of clinical and electrophysiological findings in 268 patients (395 hands)].* Handchir Mikrochir Plast Chir, 2005. **37**(3): p. 150-7.
51. Teitz, C.C., J.A. DeLisa, and S.K. Halter, *Results of carpal tunnel release in renal hemodialysis patients.* Clin Orthop Relat Res, 1985(198): p. 197-200.
52. Becker, J., et al., *An evaluation of gender, obesity, age and diabetes mellitus as risk factors for carpal tunnel syndrome.* Clin Neurophysiol, 2002. **113**(9): p. 1429-34.
53. Perkins, B.A., D. Olaleye, and V. Bril, *Carpal tunnel syndrome in patients with diabetic polyneuropathy.* Diabetes Care, 2002. **25**(3): p. 565-9.
54. Singh, R., G. Gamble, and T. Cundy, *Lifetime risk of symptomatic carpal tunnel syndrome in Type 1 diabetes.* Diabet Med, 2005. **22**(5): p. 625-30.
55. Solomon, D.H., et al., *Nonoccupational risk factors for carpal tunnel syndrome.* J Gen Intern Med, 1999. **14**(5): p. 310-4.
56. Geere, J., et al., *Power grip, pinch grip, manual muscle testing or thenar atrophy - which should be assessed as a motor outcome after carpal tunnel decompression? A systematic review.* BMC Musculoskelet Disord, 2007. **8**: p. 114.
57. Dabbagh, A., et al., *Diagnostic accuracy of sensory and motor tests for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review.* BMC Musculoskelet Disord, 2021. **22**(1): p. 337.
58. MacDermid, J.C. and J. Wessel, *Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: a systematic review.* J Hand Ther, 2004. **17**(2): p. 309-19.
59. Richter, M. and P. Brüser, *[Value of clinical diagnosis in carpal tunnel syndrome].* Handchir Mikrochir Plast Chir, 1999. **31**(6): p. 373-6; discussion 377.
60. Gunnarsson, L.G., et al., *The diagnosis of carpal tunnel syndrome. Sensitivity and specificity of some clinical and electrophysiological tests.* J Hand Surg Br, 1997. **22**(1): p. 34-7.
61. Massy-Westropp, N., K. Grimmer, and G. Bain, *A systematic review of the clinical diagnostic tests for carpal tunnel syndrome.* J Hand Surg Am, 2000. **25**(1): p. 120-7.
62. Buch-Jaeger, N. and G. Foucher, *Correlation of clinical signs with nerve conduction tests in the diagnosis of carpal tunnel syndrome.* J Hand Surg Br, 1994. **19**(6): p. 720-4.
63. de Krom, M.C., et al., *Efficacy of provocative tests for diagnosis of carpal tunnel syndrome.* Lancet, 1990. **335**(8686): p. 393-5.
64. Kaul, M.P., et al., *Carpal compression test and pressure provocative test in veterans with median-distribution paresthesias.* Muscle Nerve, 2001. **24**(1): p. 107-11.
65. Mondelli, M., S. Passero, and F. Giannini, *Provocative tests in different stages of carpal tunnel syndrome.* Clin Neurol Neurosurg, 2001. **103**(3): p. 178-83.
66. Dabbagh, A., et al., *Diagnosing Carpal Tunnel Syndrome: Diagnostic Test Accuracy of Scales, Questionnaires, and Hand Symptom Diagrams-A Systematic Review.* J Orthop Sports Phys Ther, 2020. **50**(11): p. 622-631.
67. Dabbagh, A., C. Ziebart, and J.C. MacDermid, *Accuracy of diagnostic clinical tests and questionnaires in screening for carpal tunnel syndrome among workers- A systematic review.* J Hand Ther, 2021. **34**(2): p. 179-193.
68. Mehta, S.P., et al., *Using Carpal Tunnel Questionnaire in clinical practice: A systematic review of its measurement properties.* J Hand Ther, 2020. **33**(4): p. 493-506.
69. Graham, B., *The value added by electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel syndrome.* J Bone Joint Surg Am, 2008. **90**(12): p. 2587-93.
70. El Miedany, Y., et al., *Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: old tests-new concepts.* Joint Bone Spine, 2008. **75**(4): p. 451-7.

71. American Association of Electrodiagnostic Medicine, A.A.o.N., M. American Academy of Physical, and Rehabilitation, *Practice parameter for electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome: summary statement*. Muscle Nerve, 2002. **25**(6): p. 918-22.
72. Werner, R.A. and M. Andary, *Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 2011. **44**(4): p. 597-607.
73. Stöhr, M., *Atlas der klinischen Elektromyographie*. 2005: Kohlhammer, Stuttgart
74. Atroshi, I., et al., *Diagnostic properties of nerve conduction tests in population-based carpal tunnel syndrome*. BMC Musculoskelet Disord, 2003. **4**: p. 9.
75. Aygül, R., et al., *Determination of sensitive electrophysiologic parameters at follow-up of different steroid treatments of carpal tunnel syndrome*. J Clin Neurophysiol, 2005. **22**(3): p. 222-30.
76. Kothari, M.J., et al., *Comparison of digital sensory studies in patients with carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 1995. **18**(11): p. 1272-6.
77. Macdonell, R.A., M.S. Schwartz, and M. Swash, *Carpal tunnel syndrome: which finger should be tested? An analysis of sensory conduction in digital branches of the median nerve*. Muscle Nerve, 1990. **13**(7): p. 601-6.
78. Behse F, M.F., *Zur elektrophysiologischen Diagnostik des Karpaltunnelsyndroms: Eigene Untersuchungen bei 124 Kontrollpersonen und eine Literaturübersicht*. Klin Neurophysiol 2002. **33**: p. 25-33
79. Charles, N., et al., *Clinical validation of antidromic stimulation of the ring finger in early electrodiagnosis of mild carpal tunnel syndrome*. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1990. **76**(2): p. 142-7.
80. Jackson, D.A. and J.C. Clifford, *Electrodiagnosis of mild carpal tunnel syndrome*. Arch Phys Med Rehabil, 1989. **70**(3): p. 199-204.
81. Johnson, E.W., et al., *Sensory latencies to the ring finger: normal values and relation to carpal tunnel syndrome*. Arch Phys Med Rehabil, 1981. **62**(5): p. 206-8.
82. Kuhlman, K.A. and W.J. Hennessey, *Sensitivity and specificity of carpal tunnel syndrome signs*. Am J Phys Med Rehabil, 1997. **76**(6): p. 451-7.
83. Schuhfried, O., et al., *Relative slowing of the median antidromic sensory nerve conduction velocity to the ring finger in screening for carpal tunnel syndrome*. J Hand Surg Am, 2004. **29**(5): p. 947-52.
84. Seror, P., *Sensitivity of the various tests for the diagnosis of carpal tunnel syndrome*. J Hand Surg Br, 1994. **19**(6): p. 725-8.
85. Uncini, A., et al., *Ring finger testing in carpal tunnel syndrome: a comparative study of diagnostic utility*. Muscle Nerve, 1989. **12**(9): p. 735-41.
86. Uncini, A., et al., *Sensitivity of three median-to-ulnar comparative tests in diagnosis of mild carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 1993. **16**(12): p. 1366-73.
87. Bischoff, C., *Aktueller Stand in Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms*. . Nervenheilkunde, 2004. **23**: p. 132-137
88. Chang, M.H., et al., *Comparison of motor conduction techniques in the diagnosis of carpal tunnel syndrome*. Neurology, 2002. **58**(11): p. 1603-7.
89. Padua, L., et al., *Usefulness of segmental and comparative tests in the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome: the Italian multicenter study*. Italian CTS Study Group. Ital J Neurol Sci, 1999. **20**(5): p. 315-20.
90. Sander, H.W., et al., *Median and ulnar palm-wrist studies*. Clin Neurophysiol, 1999. **110**(8): p. 1462-5.
91. Vogt, T., et al., *Evaluation of carpal tunnel syndrome in patients with polyneuropathy*. Muscle Nerve, 1997. **20**(2): p. 153-7.
92. Löscher, W.N., 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. **247**(7): p. 530-4.

93. Al-Shekhlee, A., et al., *Optimal recording electrode placement in the lumbrical-interossei comparison study*. Muscle Nerve, 2006. **33**(2): p. 289-93.
94. (AAOS), A.A.o.O.S., *Clinical practice guideline on the diagnosis of carpal tunnel syndrome*. J Am Acad Orthop Surg, 2009. **17**: p. 389-396.
95. Keith, M.W., et al., *Diagnosis of carpal tunnel syndrome*. J Am Acad Orthop Surg, 2009. **17**(6): p. 389-96.
96. Kim, M.K., et al., *Value of ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: correlation with electrophysiological abnormalities and clinical severity*. J Korean Neurosurg Soc, 2014. **55**(2): p. 78-82.
97. Mulroy, E. and L. Pelosi, *Carpal tunnel syndrome in advanced age: A sonographic and electrodiagnostic study*. Muscle Nerve, 2019. **60**(3): p. 236-241.
98. Padua, L., et al., *Carpal tunnel syndrome: ultrasound, neurophysiology, clinical and patient-oriented assessment*. Clin Neurophysiol, 2008. **119**(9): p. 2064-9.
99. Panagopoulos, G.N., T. Wu, and J.R. Fowler, *Correlation of ultrasound cross-sectional area of the median nerve, nerve conduction studies and 2-point discrimination*. Muscle Nerve, 2019. **59**(2): p. 236-239.
100. Roghani, R.S., et al., *Sensitivity of high-resolution ultrasonography in clinically diagnosed carpal tunnel syndrome patients with hand pain and normal nerve conduction studies*. J Pain Res, 2018. **11**: p. 1319-1325.
101. Chen, J. and J.R. Fowler, *Comparison of Diagnostic Accuracy of Electrodiagnostic Testing and Ultrasonography for Carpal Tunnel Syndrome*. Hand (N Y), 2021: p. 15589447211038701.
102. Fowler, J.R., et al., *Comparison of ultrasound and electrodiagnostic testing for diagnosis of carpal tunnel syndrome: study using a validated clinical tool as the reference standard*. J Bone Joint Surg Am, 2014. **96**(17): p. e148.
103. Pan, T.J., et al., *Baseline Characteristics of the Median Nerve on Ultrasound Examination*. Hand (N Y), 2016. **11**(3): p. 353-356.
104. Tungoe, B.N., et al., *Role of ultrasound and electro-diagnostic studies in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: A comparative study*. Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery, 2021. **9**(1): p. 29-39.
105. de Jesus Filho, A.G., et al., *Comparative study between physical examination, electroneuromyography and ultrasonography in diagnosing carpal tunnel syndrome*. Rev Bras Ortop, 2014. **49**(5): p. 446-51.
106. Deniz, F.E., et al., *Comparison of the diagnostic utility of electromyography, ultrasonography, computed tomography, and magnetic resonance imaging in idiopathic carpal tunnel syndrome determined by clinical findings*. Neurosurgery, 2012. **70**(3): p. 610-6.
107. Emril, D.R., I. Zakaria, and M. Amrya, *Agreement Between High-Resolution Ultrasound and Electro-Physiological Examinations for Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome in the Indonesian Population*. Front Neurol, 2019. **10**: p. 888.
108. Kwon, B.C., K.I. Jung, and G.H. Baek, *Comparison of sonography and electrodiagnostic testing in the diagnosis of carpal tunnel syndrome*. J Hand Surg Am, 2008. **33**(1): p. 65-71.
109. Nkrumah, G., et al., *Ultrasonography Findings in Severe Carpal Tunnel Syndrome*. Hand (N Y), 2020. **15**(1): p. 64-68.
110. Pastare, D., et al., *Sonography versus nerve conduction studies in patients referred with a clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome*. J Clin Ultrasound, 2009. **37**(7): p. 389-93.
111. Tharwat, S. and M.K. Nassar, *Clinical and ultrasonographic screening for carpal tunnel syndrome in hemodialysis patients*. Kidney Res Clin Pract, 2020. **39**(2): p. 213-220.
112. Jarvik, J.G., et al., *MR nerve imaging in a prospective cohort of patients with suspected carpal tunnel syndrome*. Neurology, 2002. **58**(11): p. 1597-602.
113. Kwon, B.C., S.H. Koh, and S.Y. Hwang, *Optimal parameters and location for diffusion-tensor imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a prospective matched case-control study*. AJR Am J Roentgenol, 2015. **204**(6): p. 1248-54.

114. Uchiyama, S., et al., *Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome*. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2005. **76**(8): p. 1103-8.
115. Wu, H.T., M.E. Schweitzer, and R.W. Culp, *Potential MR signs of recurrent carpal tunnel syndrome: initial experience*. J Comput Assist Tomogr, 2004. **28**(6): p. 860-4.
116. Somay, G., et al., *The pressure angle of the median nerve as a new magnetic resonance imaging parameter for the evaluation of carpal tunnel*. Clin Neurol Neurosurg, 2009. **111**(1): p. 28-33.
117. Liu, C., et al., *Optimal parameters and location for diffusion tensor imaging in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis*. Clin Radiol, 2018. **73**(12): p. 1058 e11-1058 e19.
118. Bindra, R.R., et al., *The use of routine wrist radiography in the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome*. J Hand Surg Am, 1997. **22**(1): p. 115-9.
119. Beekman, R. and L.H. Visser, *Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a critical review of the literature*. Muscle Nerve, 2003. **27**(1): p. 26-33.
120. Nakamichi, K. and S. Tachibana, *Ultrasonographic measurement of median nerve cross-sectional area in idiopathic carpal tunnel syndrome: Diagnostic accuracy*. Muscle Nerve, 2002. **26**(6): p. 798-803.
121. Kele, H., et al., *The potential value of ultrasonography in the evaluation of carpal tunnel syndrome*. Neurology, 2003. **61**(3): p. 389-391.
122. Fowler, J.R., J.P. Gaughan, and A.M. Ilyas, *The sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a meta-analysis*. Clin Orthop Relat Res, 2011. **469**(4): p. 1089-94.
123. Mondelli, M., et al., *Diagnostic utility of ultrasonography versus nerve conduction studies in mild carpal tunnel syndrome*. Arthritis Rheum, 2008. **59**(3): p. 357-66.
124. Seror, P., *Sonography and electrodiagnosis in carpal tunnel syndrome diagnosis, an analysis of the literature*. Eur J Radiol, 2008. **67**(1): p. 146-52.
125. El Miedany, Y.M., S.A. Aty, and S. Ashour, *Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests? Rheumatology (Oxford)*, 2004. **43**(7): p. 887-95.
126. Jarvik, J.G., E. Yuen, and M. Klot, *Diagnosis of carpal tunnel syndrome: electrodiagnostic and MR imaging evaluation*. Neuroimaging Clin N Am, 2004. **14**(1): p. 93-102, viii.
127. Lee, C.H., et al., *Correlation of High-Resolution Ultrasonographic Findings With the Clinical Symptoms and Electrodiagnostic Data in Carpal Tunnel Syndrome*. Annals of Plastic Surgery, 2005. **54**(1): p. 20-23.
128. Wong, S.M., et al., *Carpal tunnel syndrome: diagnostic usefulness of sonography*. Radiology, 2004. **232**(1): p. 93-9.
129. Yesildag, A., et al., *The role of ultrasonographic measurements of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome*. Clinical radiology, 2004. **59**(10): p. 910-915.
130. Ziswiler, H.R., et al., *Diagnostic value of sonography in patients with suspected carpal tunnel syndrome: a prospective study*. Arthritis Rheum, 2005. **52**(1): p. 304-11.
131. Moran, L., et al., *Sonographic measurement of cross-sectional area of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: correlation with nerve conduction studies*. J Clin Ultrasound, 2009. **37**(3): p. 125-31.
132. Klauser, A.S., et al., *Carpal tunnel syndrome assessment with US: value of additional cross-sectional area measurements of the median nerve in patients versus healthy volunteers*. Radiology, 2009. **250**(1): p. 171-7.
133. Vögelin, E., et al., *Sonographic follow-up of patients with carpal tunnel syndrome undergoing surgical or nonsurgical treatment: prospective cohort study*. J Hand Surg Am, 2010. **35**(9): p. 1401-9.
134. Naranjo, A., et al., *Limited value of ultrasound assessment in patients with poor outcome after carpal tunnel release surgery*. Scand J Rheumatol, 2010. **39**(5): p. 409-12.

135. Witt, J.C., J.G. Hentz, and J.C. Stevens, *Carpal tunnel syndrome with normal nerve conduction studies*. Muscle Nerve, 2004. **29**(4): p. 515-22.
136. Green, D.P., *Diagnostic and therapeutic value of carpal tunnel injection*. J Hand Surg Am, 1984. **9**(6): p. 850-4.
137. O'Connor, D., S. Marshall, and N. Massy-Westropp, *Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2003. **2003**(1): p. Cd003219.
138. Werner, R.A., A. Franzblau, and N. Gell, *Randomized controlled trial of nocturnal splinting for active workers with symptoms of carpal tunnel syndrome*. Arch Phys Med Rehabil, 2005. **86**(1): p. 1-7.
139. Chang, M.H., et al., *A randomised clinical trial of oral steroids in the treatment of carpal tunnel syndrome: a long term follow up*. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2002. **73**(6): p. 710-4.
140. Chen, P.C., et al., *Effectiveness of ultrasound-guided vs direct approach corticosteroid injections for carpal tunnel syndrome: A double-blind randomized controlled trial*. J Rehabil Med, 2018. **50**(2): p. 200-208.
141. Eslamian, F., et al., *A Randomized Prospective Comparison of Ultrasound-Guided and Landmark-Guided Steroid Injections for Carpal Tunnel Syndrome*. J Clin Neurophysiol, 2017. **34**(2): p. 107-113.
142. Karaahmet, O.Z., et al., *Comparing the effectiveness of ultrasound-guided versus blind steroid injection in the treatment of severe carpal tunnel syndrome*. Turk J Med Sci, 2017. **47**(6): p. 1785-1790.
143. Lee, J.Y., et al., *Effectiveness of ultrasound-guided carpal tunnel injection using in-plane ulnar approach: a prospective, randomized, single-blinded study*. Medicine (Baltimore), 2014. **93**(29): p. e350.
144. Makhlof, T., et al., *Outcomes and cost-effectiveness of carpal tunnel injections using sonographic needle guidance*. Clin Rheumatol, 2014. **33**(6): p. 849-58.
145. Omar, G., et al., *Ultrasound-guided injection of carpal tunnel syndrome: A comparative study to blind injection*. The Egyptian Rheumatologist, 2018. **40**(2): p. 131-135.
146. Rayegani, S.M., et al., *Comparing The Efficacy Of Local Triamcinolone Injection In Carpal Tunnel Syndrome Using Three Different Approaches with or without Ultrasound Guidance*. J Pain Res, 2019. **12**: p. 2951-2958.
147. Roh, Y.H., et al., *Comparison of Ultrasound-Guided Versus Landmark-Based Corticosteroid Injection for Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Randomized Trial*. J Hand Surg Am, 2019. **44**(4): p. 304-310.
148. Ustün, N., et al., *Ultrasound-guided vs. blind steroid injections in carpal tunnel syndrome: A single-blind randomized prospective study*. Am J Phys Med Rehabil, 2013. **92**(11): p. 999-1004.
149. Vahdatpour B, H.S., Azimi Z, Ramezani H, *Carpal Tunnel Syndrome Treatment Using Ultrasound-Guided Versus Landmark-Guided Corticosteroid Injection: A Randomized Prospective Trial*. Shiraz E-Med J, 2019. **20**(6): p. e83929.
150. Abid Ali JS, M.A., Ja'afar IF, Hasan ZN, *EFFECTIVENESS OF LOW LEVEL LASER IN THE TREATMENT OF CARPAL TUNNEL SYNDROME*. 2012: aspenlasers.com.
151. Chang, W.D., et al., *Carpal tunnel syndrome treated with a diode laser: a controlled treatment of the transverse carpal ligament*. Photomed Laser Surg, 2008. **26**(6): p. 551-7.
152. Ekim, A., et al., *Effect of low level laser therapy in rheumatoid arthritis patients with carpal tunnel syndrome*. Swiss Med Wkly, 2007. **137**(23-24): p. 347-52.
153. Guner, A., L. Altan, and M. Kasapoglu Aksoy, *The effectiveness of the low-power laser and kinesiotope in the treatment of carpal tunnel syndrome, a pilot study*. Rheumatol Int, 2018. **38**(5): p. 895-904.
154. Irvine, J., et al., *Double-blind randomized controlled trial of low-level laser therapy in carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 2004. **30**(2): p. 182-7.

155. Jiang JA, C.W., Wu JH, Lai PT, Lin HY, *Low-level Laser Treatment Relieves Pain and Neurological Symptoms in Patients with Carpal Tunnel Syndrome*. J. Phys. Ther. Sci., 2011: p. 661-665.
156. Lazovic, M., et al., *Placebo-controlled investigation of low-level laser therapy to treat carpal tunnel syndrome*. Photomed Laser Surg, 2014. **32**(6): p. 336-44.
157. Shooshtari, S.M., et al., *The effects of low level laser in clinical outcome and neurophysiological results of carpal tunnel syndrome*. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2008. **48**(5): p. 229-31.
158. Tascioglu, F., et al., *Low-level laser in the treatment of carpal tunnel syndrome: clinical, electrophysiological, and ultrasonographical evaluation*. Rheumatol Int, 2012. **32**(2): p. 409-15.
159. Tikiz C, D.T., Ünlü Z, Cerrahoglu L, Yalcinsoy, E, *Comparison of the Efficacy of Low-Level Laser Therapy and Pulsed Ultrasound Treatment in Carpal Tunnel Syndrome: A Placebo-Controlled Study*. Turk J Phys Med Rehabil, 2013. **59**: p. 201-218.
160. Marshall, S., G. Tardif, and N. Ashworth, *Local corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2002(4): p. Cd001554.
161. Graham, R.G., et al., *A prospective study to assess the outcome of steroid injections and wrist splinting for the treatment of carpal tunnel syndrome*. Plast Reconstr Surg, 2004. **113**(2): p. 550-6.
162. Marshall, S., G. Tardif, and N. Ashworth, *Local corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2007(2): p. Cd001554.
163. Ly-Pen, D., et al., *Surgical decompression versus local steroid injection in carpal tunnel syndrome: a one-year, prospective, randomized, open, controlled clinical trial*. Arthritis Rheum, 2005. **52**(2): p. 612-9.
164. Dammers, J.W., et al., *Injection with methylprednisolone in patients with the carpal tunnel syndrome: a randomised double blind trial testing three different doses*. J Neurol, 2006. **253**(5): p. 574-7.
165. Sevim, S., et al., *Long-term effectiveness of steroid injections and splinting in mild and moderate carpal tunnel syndrome*. Neurol Sci, 2004. **25**(2): p. 48-52.
166. Armstrong, T., et al., *Intracarpal steroid injection is safe and effective for short-term management of carpal tunnel syndrome*. Muscle Nerve, 2004. **29**(1): p. 82-8.
167. Muller, M., et al., *Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome: a systematic review*. J Hand Ther, 2004. **17**(2): p. 210-28.
168. Gerritsen, A.A., et al., *Splinting vs surgery in the treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial*. Jama, 2002. **288**(10): p. 1245-51.
169. Huisstede, B.M., et al., *Carpal tunnel syndrome. Part II: effectiveness of surgical treatments--a systematic review*. Arch Phys Med Rehabil, 2010. **91**(7): p. 1005-24.
170. Katz, J.N., et al., *Maine Carpal Tunnel Study: outcomes of operative and nonoperative therapy for carpal tunnel syndrome in a community-based cohort*. J Hand Surg Am, 1998. **23**(4): p. 697-710.
171. Verdugo, R.J., et al., *Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2003(3): p. Cd001552.
172. Verdugo, R.J., et al., *Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2008. **2008**(4): p. Cd001552.
173. Aszmann, O.C., K.M. Kress, and A.L. Dellon, *Results of decompression of peripheral nerves in diabetics: a prospective, blinded study*. Plast Reconstr Surg, 2000. **106**(4): p. 816-22.
174. Assmus, H. and B. Hashemi, *[Surgical treatment of carpal tunnel syndrome in pregnancy: results from 314 cases]*. Nervenarzt, 2000. **71**(6): p. 470-3.
175. Mondelli, M., et al., *Long term follow-up of carpal tunnel syndrome during pregnancy: a cohort study and review of the literature*. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2007. **47**(6): p. 259-71.

176. Grundberg, A.B. and D.S. Reagan, *Compression syndromes in reflex sympathetic dystrophy*. J Hand Surg Am, 1991. **16**(4): p. 731-6.
177. Monsivais, J.J., J. Baker, and D. Monsivais, *The association of peripheral nerve compression and reflex sympathetic dystrophy*. J Hand Surg Br, 1993. **18**(3): p. 337-8.
178. Neubrech, F., et al., *[Prevalence and Co-prevalence of Complex Regional Pain Syndrome (CRPS) and Carpal Tunnel Syndrome (CTS) in Hand Rehabilitation]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2016. **48**(3): p. 136-42.
179. Capasso, M., C. Manzoli, and A. Uncini, *Management of extreme carpal tunnel syndrome: evidence from a long-term follow-up study*. Muscle Nerve, 2009. **40**(1): p. 86-93.
180. Mondelli, M., et al., *Clinical and neurophysiological outcome of surgery in extreme carpal tunnel syndrome*. Clin Neurophysiol, 2001. **112**(7): p. 1237-42.
181. Nolan, W.B., 3rd, et al., *Results of treatment of severe carpal tunnel syndrome*. J Hand Surg Am, 1992. **17**(6): p. 1020-3.
182. Hobby, J.L., R. Venkatesh, and P. Motkur, *The effect of age and gender upon symptoms and surgical outcomes in carpal tunnel syndrome*. J Hand Surg Br, 2005. **30**(6): p. 599-604.
183. Townshend, D.N., P.K. Taylor, and D.P. Gwynne-Jones, *The outcome of carpal tunnel decompression in elderly patients*. J Hand Surg Am, 2005. **30**(3): p. 500-5.
184. Weber, R.A. and M.J. Rude, *Clinical outcomes of carpal tunnel release in patients 65 and older*. J Hand Surg Am, 2005. **30**(1): p. 75-80.
185. Fontanesi, G., et al., *Carpal tunnel syndrome. Comparative study between normal and dialyzed patients*. Ital J Orthop Traumatol, 1986. **12**(2): p. 207-15.
186. Kim, S.J., S.J. Shin, and E.S. Kang, *Endoscopic carpal tunnel release in patients receiving long-term hemodialysis*. Clin Orthop Relat Res, 2000(376): p. 141-8.
187. Shiota, E., et al., *Open carpal tunnel decompression in long-term haemodialysis patients [corrected]*. J Hand Surg Br, 2001. **26**(6): p. 529-32.
188. Assmus, H. and F. Staub, *[Postmastectomy lymphedema and carpal tunnel syndrome. Surgical considerations and advice for patients]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2004. **36**(4): p. 237-40.
189. Lattmann, T., et al., *Comparison of 2 surgical approaches for volar locking plate osteosynthesis of the distal radius*. J Hand Surg Am, 2008. **33**(7): p. 1135-43.
190. Medici, A., et al., *Does routine carpal tunnel release during fixation of distal radius fractures improve outcomes?* Injury, 2017. **48**: p. S30-S33.
191. Tannan, S.C., et al., *The Extended Flexor Carpi Radialis Approach for Concurrent Carpal Tunnel Release and Volar Plate Osteosynthesis for Distal Radius Fracture*. J Hand Surg Am, 2015. **40**(10): p. 2026-2031 e1.
192. Wang, Y., et al., *Altered median nerve deformation and transverse displacement during wrist movement in patients with carpal tunnel syndrome*. Acad Radiol, 2014. **21**(4): p. 472-80.
193. Braithwaite, B.D., G.J. Robinson, and P.D. Burge, *Haemostasis during carpal tunnel release under local anaesthesia: a controlled comparison of a tourniquet and adrenaline infiltration*. J Hand Surg Br, 1993. **18**(2): p. 184-6.
194. Farzam, R., et al., *Comparison of Anesthesia Results between Wide Awake Local Anesthesia no Tourniquet (WALANT) and Forearm Tourniquet Bier Block in Hand Surgeries: A Randomized Clinical Trial*. Arch Bone Jt Surg, 2021. **9**(1): p. 116-121.
195. Gunasagaran, J., et al., *Perceived comfort during minor hand surgeries with wide awake local anaesthesia no tourniquet (WALANT) versus local anaesthesia (LA)/tourniquet*. J Orthop Surg (Hong Kong), 2017. **25**(3): p. 2309499017739499.
196. Iqbal, H.J., et al., *Pain and outcomes of carpal tunnel release under local anaesthetic with or without a tourniquet: a randomized controlled trial*. J Hand Surg Eur Vol, 2018. **43**(8): p. 808-812.
197. Ki Lee, S., S. Gul Kim, and W. Sik Choy, *A randomized controlled trial of minor hand surgeries comparing wide awake local anesthesia no tourniquet and local anesthesia with tourniquet*. Orthop Traumatol Surg Res, 2020. **106**(8): p. 1645-1651.

198. Okamura, A., et al., *WALANT versus intravenous regional anesthesia for carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial*. Sao Paulo Med J, 2021. **139**(6): p. 576-578.
199. Ralte, P., et al., *Haemostasis in Open Carpal Tunnel Release: Tourniquet vs Local Anaesthetic and Adrenaline*. Open Orthop J, 2010. **4**: p. 234-6.
200. Saleh, E., et al., *Comparing Minor Hand Procedures Performed with or without the Use of a Tourniquet: A Randomized Controlled Trial*. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2021. **9**(4): p. e3513.
201. Scholten, R.J., et al., *Surgical treatment options for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2004(4): p. Cd003905.
202. Hunt, T.R. and A.L. Osterman, *Complications of the treatment of carpal tunnel syndrome*. Hand Clin, 1994. **10**(1): p. 63-71.
203. Assmus, H., T. Dombert, and F. Staub, *[Reoperations for CTS because of recurrence or for correction]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2006. **38**(5): p. 306-11.
204. Borisch, N. and P. Haussmann, *Neurophysiological recovery after open carpal tunnel decompression: comparison of simple decompression and decompression with epineurotomy*. J Hand Surg Br, 2003. **28**(5): p. 450-4.
205. Leinberry, C.F., N.L. Hammond, 3rd, and J.W. Siegfried, *The role of epineurotomy in the operative treatment of carpal tunnel syndrome*. J Bone Joint Surg Am, 1997. **79**(4): p. 555-7.
206. Chapell, R., V. Coates, and C. Turkelson, *Poor outcome for neural surgery (epineurotomy or neurolysis) for carpal tunnel syndrome compared with carpal tunnel release alone: a meta-analysis of global outcomes*. Plast Reconstr Surg, 2003. **112**(4): p. 983-90; discussion 991-2.
207. Shum, C., et al., *The role of flexor tenosynovectomy in the operative treatment of carpal tunnel syndrome*. J Bone Joint Surg Am, 2002. **84**(2): p. 221-5.
208. Karlsson, M.K., T. Lindau, and L. Hagberg, *Ligament lengthening compared with simple division of the transverse carpal ligament in the open treatment of carpal tunnel syndrome*. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 1997. **31**(1): p. 65-9.
209. Netscher, D., et al., *Transverse carpal ligament: its effect on flexor tendon excursion, morphologic changes of the carpal canal, and on pinch and grip strengths after open carpal tunnel release*. Plast Reconstr Surg, 1997. **100**(3): p. 636-42.
210. Antoniadis, G., et al., *[Experiences with endoscopic surgery in treatment of carpal tunnel syndrome. Preliminary results of a prospective study]*. Nervenarzt, 1997. **68**(6): p. 503-8.
211. Haase, J., *Carpal tunnel syndrome--a comprehensive review*. Adv Tech Stand Neurosurg, 2007. **32**: p. 175-249.
212. Kretschmer, T., et al., *Avoiding iatrogenic nerve injury in endoscopic carpal tunnel release*. Neurosurg Clin N Am, 2009. **20**(1): p. 65-71, vi-vii.
213. Jarvik, J.G., et al., *Surgery versus non-surgical therapy for carpal tunnel syndrome: a randomised parallel-group trial*. Lancet, 2009. **374**(9695): p. 1074-81.
214. Reid, M.J., L.A. David, and J.E. Nicholl, *A one-stop carpal tunnel clinic*. Ann R Coll Surg Engl, 2009. **91**(4): p. 301-4.
215. Watts, A.C. and J. McEachan, *The use of a fine-gauge needle to reduce pain in open carpal tunnel decompression: a randomized controlled trial*. J Hand Surg Br, 2005. **30**(6): p. 615-7.
216. Acharya, A.D. and J.M. Auchincloss, *Return to functional hand use and work following open carpal tunnel surgery*. J Hand Surg Br, 2005. **30**(6): p. 607-10.
217. Martin, C.H., J.G. Seiler, 3rd, and J.S. Lesesne, *The cutaneous innervation of the palm: an anatomic study of the ulnar and median nerves*. J Hand Surg Am, 1996. **21**(4): p. 634-8.
218. Watchmaker, G.P., D. Weber, and S.E. Mackinnon, *Avoidance of transection of the palmar cutaneous branch of the median nerve in carpal tunnel release*. J Hand Surg Am, 1996. **21**(4): p. 644-50.
219. Siegmeth, A.W. and J.A. Hopkinson-Woolley, *Standard open decompression in carpal tunnel syndrome compared with a modified open technique preserving the superficial skin nerves: a prospective randomized study*. J Hand Surg Am, 2006. **31**(9): p. 1483-9.

220. Stutz, N., et al., *Revision surgery after carpal tunnel release--analysis of the pathology in 200 cases during a 2 year period*. J Hand Surg Br, 2006. **31**(1): p. 68-71.
221. Huang, J.H. and E.L. Zager, *Mini-open carpal tunnel decompression*. Neurosurgery, 2004. **54**(2): p. 397-9; discussion 399-400.
222. Bromley, G.S., *Minimal-incision open carpal tunnel decompression*. J Hand Surg Am, 1994. **19**(1): p. 119-20.
223. Mosher, J., *Mini open carpal tunnel release*. J Hand Surg Am 2001. **1**: p. 211-216.
224. Richter, V.M. and P. Brüser, [*Surgical treatment of carpal tunnel syndrome: a comparison between long and short incision and endoscopic release*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 1996. **28**(3): p. 160-6.
225. Schmidt, W., A.A. Gruber, and R. Hammer, [*Results of different incisions in treatment of carpal tunnel syndrome*]. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2000. **32**(1): p. 67-9.
226. Wilson, K.M., *Double incision open technique for carpal tunnel release: an alternative to endoscopic release*. J Hand Surg Am, 1994. **19**(6): p. 907-12.
227. Cellocco, P., et al., *Minimally invasive carpal tunnel release*. Orthop Clin North Am, 2009. **40**(4): p. 441-8, vii.
228. Hwang, P.Y. and C.L. Ho, *Minimally invasive carpal tunnel decompression using the KnifeLight*. Neurosurgery, 2007. **60**(2 Suppl 1): p. ONS162-8; discussion ONS168-9.
229. Cresswell, T.R., et al., *Long-term outcome after carpal tunnel decompression - a prospective randomised study of the Indiana Tome and a standard limited palmar incision*. J Hand Surg Eur Vol, 2008. **33**(3): p. 332-6.
230. Lanz, U., *Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel*. J Hand Surg Am, 1977. **2**(1): p. 44-53.
231. Agee, J.M., et al., *Endoscopic carpal tunnel release: a prospective study of complications and surgical experience*. J Hand Surg Am, 1995. **20**(2): p. 165-71; discussion 172.
232. Chow, J.C., *Endoscopic carpal tunnel release. Two-portal technique*. Hand Clin, 1994. **10**(4): p. 637-46.
233. Assmus H., A.G., *Nervenkompressionssyndrome*. In: . Kretschmer T., Antoniadis G., Assmus H. (eds) Nerven Chirurgie. ed. 2014: Springer, Berlin, Heidelberg.
234. Scholten, R.J., et al., *Surgical treatment options for carpal tunnel syndrome*. Cochrane Database Syst Rev, 2007. **2007**(4): p. Cd003905.
235. Ferdinand, R.D. and J.G. MacLean, *Endoscopic versus open carpal tunnel release in bilateral carpal tunnel syndrome. A prospective, randomised, blinded assessment*. J Bone Joint Surg Br, 2002. **84**(3): p. 375-9.
236. Thoma, A., et al., *A Systematic Review of Reviews Comparing the Effectiveness of Endoscopic and Open Carpal Tunnel Decompression*. Plastic and Reconstructive Surgery, 2004. **113**(4): p. 1184-1191.
237. Hallock, G.G. and D.A. Lutz, *Prospective comparison of minimal incision "open" and two-portal endoscopic carpal tunnel release*. Plast Reconstr Surg, 1995. **96**(4): p. 941-7.
238. Wong, K.C., et al., *Carpal tunnel release. A prospective, randomised study of endoscopic versus limited-open methods*. J Bone Joint Surg Br, 2003. **85**(6): p. 863-8.
239. Trumble, T.E., M. Gilbert, and W.V. McCallister, *Endoscopic versus open surgical treatment of carpal tunnel syndrome*. Neurosurg Clin N Am, 2001. **12**(2): p. 255-66.
240. Brown, R.A., et al., *Carpal tunnel release. A prospective, randomized assessment of open and endoscopic methods*. J Bone Joint Surg Am, 1993. **75**(9): p. 1265-75.
241. Einhorn, N. and J.P. Leddy, *Pitfalls of endoscopic carpal tunnel release*. Orthop Clin North Am, 1996. **27**(2): p. 373-80.
242. Shinya, K., M. Lanzetta, and W.B. Conolly, *Risk and complications in endoscopic carpal tunnel release*. J Hand Surg Br, 1995. **20**(2): p. 222-7.
243. Concannon, M.J., M.L. Brownfield, and C.L. Puckett, *The incidence of recurrence after endoscopic carpal tunnel release*. Plast Reconstr Surg, 2000. **105**(5): p. 1662-5.

244. Forman, D.L., et al., *Persistent or recurrent carpal tunnel syndrome following prior endoscopic carpal tunnel release*. J Hand Surg Am, 1998. **23**(6): p. 1010-4.
245. Hulsizer, D.L., et al., *The results of revision carpal tunnel release following previous open versus endoscopic surgery*. J Hand Surg Am, 1998. **23**(5): p. 865-9.
246. Macdermid, J.C., et al., *Endoscopic versus open carpal tunnel release: a randomized trial*. J Hand Surg Am, 2003. **28**(3): p. 475-80.
247. Keiner, D., et al., *Long-term follow-up of dual-portal endoscopic release of the transverse ligament in carpal tunnel syndrome: an analysis of 94 cases*. Neurosurgery, 2009. **64**(1): p. 131-7; discussion 137-8.
248. Oertel, J., H.W. Schroeder, and M.R. Gaab, *Dual-portal endoscopic release of the transverse ligament in carpal tunnel syndrome: results of 411 procedures with special reference to technique, efficacy, and complications*. Neurosurgery, 2006. **59**(2): p. 333-40; discussion 333-40.
249. Schmelzer, R.E., G.J. Della Rocca, and D.A. Caplin, *Endoscopic carpal tunnel release: a review of 753 cases in 486 patients*. Plast Reconstr Surg, 2006. **117**(1): p. 177-85.
250. Sayegh, E.T. and R.J. Strauch, *Open versus endoscopic carpal tunnel release: a meta-analysis of randomized controlled trials*. Clin Orthop Relat Res, 2015. **473**(3): p. 1120-32.
251. Hankins, C.L., et al., *A 12-year experience using the Brown two-portal endoscopic procedure of transverse carpal ligament release in 14,722 patients: defining a new paradigm in the treatment of carpal tunnel syndrome*. Plast Reconstr Surg, 2007. **120**(7): p. 1911-21.
252. Uchiyama, S., et al., *Reducing neurologic and vascular complications of endoscopic carpal tunnel release using a modified chow technique*. Arthroscopy, 2007. **23**(8): p. 816-21.
253. Park, S.H., et al., *Surgical outcome of endoscopic carpal tunnel release in 100 patients with carpal tunnel syndrome*. Minim Invasive Neurosurg, 2004. **47**(5): p. 261-5.
254. Mascharka, Z., *[2 1/2 years experience with endoscopic carpal tunnel release]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 1996. **28**(3): p. 138-42.
255. Cook, A.C., et al., *Early mobilization following carpal tunnel release. A prospective randomized study*. J Hand Surg Br, 1995. **20**(2): p. 228-30.
256. Cebesoy, O., et al., *Use of a splint following open carpal tunnel release: a comparative study*. Adv Ther, 2007. **24**(3): p. 478-84.
257. Huemer, G.M., et al., *Postoperative splinting after open carpal tunnel release does not improve functional and neurological outcome*. Muscle Nerve, 2007. **36**(4): p. 528-31.
258. Martins, R.S., M.G. Siqueira, and H. Simplício, *Wrist immobilization after carpal tunnel release: a prospective study*. Arq Neuropsiquiatr, 2006. **64**(3a): p. 596-9.
259. Logli, A.L., et al., *A Prospective, Randomized Trial of Splinting After Minicarpal Tunnel Release*. J Hand Surg Am, 2018. **43**(8): p. 775.e1-775.e8.
260. Institute., W.L.D., *Carpal tunnel syndrome. Corpus Christi (TX): . 2005: Work Loss Data Institute. 144.*
261. Leit, M.E., R.W. Weiser, and M.M. Tomaino, *Patient-reported outcome after carpal tunnel release for advanced disease: a prospective and longitudinal assessment in patients older than age 70*. J Hand Surg Am, 2004. **29**(3): p. 379-83.
262. Mondelli, M., et al., *Outcome of surgical release among diabetics with carpal tunnel syndrome*. Arch Phys Med Rehabil, 2004. **85**(1): p. 7-13.
263. DeStefano, F., D.L. Nordstrom, and R.A. Vierkant, *Long-term symptom outcomes of carpal tunnel syndrome and its treatment*. J Hand Surg Am, 1997. **22**(2): p. 200-10.
264. Assmus, H. and F. Staub, *[Recurrences of carpal tunnel syndrome in long-term haemodialysis patients]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2005. **37**(3): p. 158-66.
265. Khan, U.D., *An assessment of symptomatic relief after carpal tunnel release in patients on haemodialysis*. Nephron Clin Pract, 2008. **110**(4): p. c264-7.
266. Sanz, J., A. Lizaur, and F. Sánchez Del Campo, *Postoperative changes of carpal canal pressure in carpal tunnel syndrome: a prospective study with follow-up of 1 year*. J Hand Surg Br, 2005. **30**(6): p. 611-4.

267. Haupt, W.F., et al., *Long-term results of carpal tunnel decompression. Assessment of 60 cases.* J Hand Surg Br, 1993. **18**(4): p. 471-4.
268. Reale, F., et al., *Protocol of outcome evaluation for surgical release of carpal tunnel syndrome.* Neurosurgery, 2003. **53**(2): p. 343-50; discussion 350-1.
269. Naidu, S.H., et al., *Median nerve function in patients undergoing carpal tunnel release: pre- and post-op nerve conductions.* Electromyogr Clin Neurophysiol, 2003. **43**(7): p. 393-7.
270. Prick, J.J., et al., *Results of carpal tunnel release.* Eur J Neurol, 2003. **10**(6): p. 733-6.
271. Vogt, T. and J. Scholz, *Clinical outcome and predictive value of electrodiagnostics in endoscopic carpal tunnel surgery.* Neurosurg Rev, 2002. **25**(4): p. 218-21.
272. Schenck, R.R., *The role of endoscopic surgery in the treatment of carpal tunnel syndrome.* Adv Plast Reconstr Surg, 1995. **11**: p. 17-43.
273. Arner, M., L. Hagberg, and B. Rosen, *Sensory disturbances after two-portal endoscopic carpal tunnel release: a preliminary report.* J Hand Surg Am, 1994. **19**(4): p. 548-51.
274. Boeckstyns, M.E. and A.I. Sørensen, *Does endoscopic carpal tunnel release have a higher rate of complications than open carpal tunnel release? An analysis of published series.* J Hand Surg Br, 1999. **24**(1): p. 9-15.
275. Piza-Katzer, H., et al., *[Complications of endoscopic carpal tunnel operations].* Handchir Mikrochir Plast Chir, 1996. **28**(3): p. 156-9.
276. del Piñal, F., A. Cruz-Camara, and E. Jado, *Total ulnar nerve transection during endoscopic carpal tunnel release.* Arthroscopy, 1997. **13**(2): p. 235-7.
277. Kretschmer, T., et al., *[Pitfalls of endoscopic tunnel release].* Chirurg, 2004. **75**(12): p. 1207-9.
278. Kiyamaz, N., et al., *Comparing open surgery with endoscopic releasing in the treatment of carpal tunnel syndrome.* Minim Invasive Neurosurg, 2002. **45**(4): p. 228-30.
279. Quaglietta, P. and G. Corriero, *Endoscopic carpal tunnel release surgery: retrospective study of 390 consecutive cases.* Acta Neurochir Suppl, 2005. **92**: p. 41-5.
280. Uchiyama, S., et al., *Median nerve damage during two-portal endoscopic carpal tunnel release.* Clinical Neurophysiology, 2004. **115**(1): p. 59-63.
281. Hanssen, A.D., et al., *Deep postoperative wound infection after carpal tunnel release.* J Hand Surg Am, 1989. **14**(5): p. 869-73.
282. Palmer, A.K. and D.A. Toivonen, *Complications of endoscopic and open carpal tunnel release.* J Hand Surg Am, 1999. **24**(3): p. 561-5.
283. Assmus, H., *[Correction and reintervention in carpal tunnel syndrome. Report of 185 reoperations].* Nervenarzt, 1996. **67**(12): p. 998-1002.
284. Richter HP, A.G., *Pitfalls in surgery for carpal tunnel syndrome.* Peripheral nerve lesions. ed. 1990: Springer Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo.
285. Baranowski, D., W. Klein, and J. Grünert, *[Revision operations in carpal tunnel syndrome].* Handchir Mikrochir Plast Chir, 1993. **25**(3): p. 127-32.
286. Botte, M.J., et al., *Recurrent carpal tunnel syndrome.* Hand Clin, 1996. **12**(4): p. 731-43.
287. Büchler U, G.D., Haußmann P, Lanz U, Martini AK, Wulle C, *Karpaltunnelsyndrom: Bericht über 56 Nachoperationen.* Mikrochir Plast Chir 1983. **15**: p. 3-12.
288. Kern, B.C., et al., *The recurrent carpal tunnel syndrome.* Zentralbl Neurochir, 1993. **54**(2): p. 80-3.
289. Stütz, N., et al., *Revision surgery after carpal tunnel release--analysis of the pathology in 200 cases during a 2 year period.* J Hand Surg Br, 2006. **31**(1): p. 68-71.
290. O'Malley, M.J., et al., *Factors that determine reexploration treatment of carpal tunnel syndrome.* J Hand Surg Am, 1992. **17**(4): p. 638-41.
291. Schrijver, H.M., et al., *Correlating nerve conduction studies and clinical outcome measures on carpal tunnel syndrome: lessons from a randomized controlled trial.* J Clin Neurophysiol, 2005. **22**(3): p. 216-21.
292. Steyers, C.M., *Recurrent carpal tunnel syndrome.* Hand Clin, 2002. **18**(2): p. 339-45.

293. Tung, T.H. and S.E. Mackinnon, *Secondary carpal tunnel surgery*. *Plast Reconstr Surg*, 2001. **107**(7): p. 1830-43; quiz 1844,1933.
294. Holzapfel, K., et al., *Nerve Echogenicity: Changes in High-Resolution Nerve Ultrasound in Carpal Tunnel Syndrome after Surgery*. *Ultrasound Med Biol*, 2022. **48**(2): p. 223-227.
295. Schelle, T. and W. Schneider, *[Is high resolution ultrasound of the median nerve helpful before reintervention after failed carpal tunnel surgery?]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2011. **43**(5): p. 313-6.
296. Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie (DGH), et al., *Versorgung peripherer Nervenverletzungen*. 2013: AWMF online.
297. Richer, R.J. and C.A. Peimer, *Flexor superficialis abductor transfer with carpal tunnel release for thenar palsy*. *J Hand Surg Am*, 2005. **30**(3): p. 506-12.
298. Dahlin, L.B., et al., *Coverage of the median nerve with free and pedicled flaps for the treatment of recurrent severe carpal tunnel syndrome*. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, 2002. **36**(3): p. 172-6.
299. Frank, U., et al., *[Relocation of the median nerve after scarring along the carpal tunnel with hypothenar fatty tissue flap-plasty]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 1999. **31**(5): p. 317-22.
300. Plancher, K.D., et al., *Recalcitrant carpal tunnel. The hypothenar fat pad flap*. *Hand Clin*, 1996. **12**(2): p. 337-49.
301. Sarris IK, S.D., *Vein wrapping for recurrent median nerve compression*. *J Hand Surg Am* 2004. **4**: p. 189-194.
302. Strickland, J.W., et al., *The hypothenar fat pad flap for management of recalcitrant carpal tunnel syndrome*. *J Hand Surg Am*, 1996. **21**(5): p. 840-8.
303. Tham, S.K., et al., *Reverse radial artery fascial flap: a treatment for the chronically scarred median nerve in recurrent carpal tunnel syndrome*. *J Hand Surg Am*, 1996. **21**(5): p. 849-54.
304. Varitimidis, S.E., et al., *Recurrent compressive neuropathy of the median nerve at the wrist: treatment with autogenous saphenous vein wrapping*. *J Hand Surg Br*, 2000. **25**(3): p. 271-5.
305. Wulle, C., *The synovial flap as treatment of the recurrent carpal tunnel syndrome*. *Hand Clin*, 1996. **12**(2): p. 379-88.
306. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), S.K.L., *AWMF-Regelwerk „Leitlinien“, 2. Auflage 2020: <http://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>*.

25.Anlage: Zusammenfassung des Evidenzberichtes (Englisch)

GRADE (Summary of Findings Table)

Question 2:

Should High-resolution sonography be used to diagnose CTS in patients with typical symptoms?

Sensitivity	0.77 (95% CI: 0.72 to 0.82)
Specificity	0.84 (95% CI: 0.78 to 0.90)

Outcome	№ of studies (№ of patients)	Study design	Factors that may decrease certainty of evidence					Test accuracy CoE
			Risk of bias	Indirectness	Inconsistency	Imprecision	Publication bias	
True positives (patients with CTS)	15 studies 2260 patients ^a	cohort & case-control type studies	not serious	not serious	not serious	not serious	strong association	⊕⊕⊕⊕ High
False negatives (patients incorrectly classified as not having CTS)								
True negatives (patients without CTS)	10 studies 1481 patients ^a	cohort & case-control type studies	not serious	not serious	not serious	not serious	publication bias strongly suspected strong association ^b	⊕⊕⊕⊕ High
False positives (patients incorrectly classified as having CTS)								

Question 3

Intervention: Local infiltration of corticoid crystal suspension into the carpal tunnel under sonographic control

Comparator: Local infiltration of corticoid crystal suspension into the carpal tunnel without sonographic control

Outcome	Study results and measurements	Absolute effect estimates	Certainty of the Evidence
---------	--------------------------------	---------------------------	---------------------------

Timeframe		Not sonographic-guided	Sonographic-guided	(Quality of evidence)
Any clinical improvement	Relative risk: 0.79 (CI 95% 0.34 - 1.81) Based on data from 146 participants in 3 studies ¹	657 per 1000	519 per 1000	Very low Due to very serious inconsistency, Due to serious imprecision ²
		Difference: 138 fewer per 1000 (CI 95% 434 fewer - 532 more)		
Clinical improvement: numbness	Relative risk: 1.91 (CI 95% 0.25 - 14.78) Based on data from 69 participants in 2 studies ³	344 per 1000	657 per 1000	Very low Due to very serious inconsistency, Due to very serious imprecision ⁴
		Difference: 313 more per 1000 (CI 95% 258 fewer - 4740 more)		
Clinical improvement: hand weakness	Relative risk: 0.58 (CI 95% 0.15 - 2.25) Based on data from 39 participants in 1 studies ⁵	235 per 1000	136 per 1000	Very low Due to extremely serious imprecision ⁶
		Difference: 99 fewer per 1000 (CI 95% 200 fewer - 294 more)		
Clinical improvement: non-responder (2 cm or greater on VAS)	Relative risk: 0.15 (CI 95% 0.05 - 0.48) Based on data from 77 participants in 1 studies ⁷	525 per 1000	79 per 1000	Low Due to extremely serious imprecision, Upgraded due to Large magnitude of effect ⁸
		Difference: 446 fewer per 1000 (CI 95% 499 fewer - 273 fewer)		
Complications: pain	Relative risk: 0.66 (CI 95% 0.38 - 1.13) Based on data from 85 participants in 2 studies ⁹	450 per 1000	297 per 1000	Moderate Due to serious imprecision ¹⁰
		Difference: 153 fewer per 1000 (CI 95% 279 fewer - 58 more)		
Complications: other	Relative risk: 0.29 (CI 95% 0.17 - 0.49)	341 per 1000	99 per 1000	High ¹²

	Based on data from 252 participants in 4 studies ¹¹	Difference: 242 fewer per 1000 (CI 95% 283 fewer - 174 fewer)		
Clinical improvement: grip strength	Measured by: Scale: - Based on data from 190 participants in 3 studies ¹³	Mean	Mean	Moderate Due to serious imprecision ¹⁴
		Difference: MD 0.57 lower (CI 95% 2.97 lower - 1.82 higher)		
Pain (VAS)	Measured by: Scale: - Based on data from 165 participants in 3 studies ¹⁵	Mean	Mean	High ¹⁶
		Difference: SMD 0.49 lower (CI 95% 0.80 lower - 0.18 lower)		
BCTQ-SSS	Measured by: Scale: - Based on data from 439 participants in 8 studies ¹⁷	Mean	Mean	Moderate Due to serious inconsistency ¹⁸
		Difference: SMD 0.79 lower (CI 95% 1.33 lower - 0.26 lower)		
BCTQ-FSS	Measured by: Scale: - Based on data from 439 participants in 8 studies ¹⁹	Mean	Mean	High ²⁰
		Difference: SMD 0.27 lower (CI 95% 0.46 lower - 0.08 lower)		
Time to return to work	Measured by: Scale: - ²¹	Mean	Mean	
		Difference: null higher		

Question 4

Intervention: Low-level laser therapy for carpal tunnel syndrome

Comparator: Sham therapy

Outcome Timeframe	Study results and measurements	Absolute effect estimates		Certainty of the Evidence (Quality of evidence)
		Sham therapy	Low-level laser therapy for carpal tunnel syndrome	
Pain (dichotomous)	Relative risk: 0.46 (CI 95% 0.33 - 0.62) Based on data from 120 participants in 1 studies ¹	898 per 1000	413 per 1000	Moderate Due to serious imprecision ²
		Difference: 485 fewer per 1000 (CI 95% 602 fewer - 341 fewer)		
Clinical improvement: grip strength	Measured by: Scale: - Based on data from 179 participants in 4 studies ³	Mean	Mean	Moderate Due to serious inconsistency ⁴
		Difference: SMD 0.45 higher (CI 95% 0.05 lower - 0.94 higher)		
Pain (continuous)	Measured by: Scale: - Based on data from 199 participants in 4 studies ⁵	Mean	Mean	Low Due to serious inconsistency, Due to very serious inconsistency ⁶
		Difference: SMD 5.24 lower (CI 95% 9.64 lower - 0.84 lower)		
BCTQ-SSS	Measured by: Scale: - Based on data from 119 participants in 3 studies ⁷	Mean	Mean	Low Due to serious risk of bias, Due to serious inconsistency ⁸
		Difference: MD 9.77 lower (CI 95% 14.86 lower - 4.69 lower)		

BCTA-FSS	Measured by: Scale: - Based on data from 119 participants in 3 studies ⁹	Mean	Mean	Moderate Due to serious risk of bias ¹⁰
		Difference: MD 7.28 lower (CI 95% 10.51 lower - 4.05 lower)		
Time to return to work		No studies reported this outcome.		
Complications/adverse events		No studies reported this outcome.		

Question 8

Intervention: Surgical treatment with tourniquet

Comparator: Surgical treatment without tourniquet

Outcome Timeframe	Study results and measurements	Absolute effect estimates		Certainty of the Evidence (Quality of evidence)
		Surgical treatment without tourniquet	Surgical treatment with tourniquet	
Pain (dichotomous: VAS >4)	Relative risk: 4.88 (CI 95% 2.06 - 11.55) Based on data from 85 participants in 1 studies ¹	119 per 1000	581 per 1000	Moderate Due to serious indirectness, Due serious imprecision, Upgraded c to Large magnitude of effect ²
		Difference: 462 more per 1000 (CI 95% 126 more - 1255 more)		
Complications/adverse events	Relative risk: 0.99 (CI 95% 0.06 - 16.64) Based on data from 145 participants in 2 studies ³	56 per 1000	55 per 1000	Very low Due to very serious inconsistent Due to serious indirectness, Due serious imprecision, Due to very serious imprecision ⁴
		Difference: 1 fewer per 1000 (CI 95% 53 fewer - 876 more)		

Pain (continuous)	Measured by: Scale: - Based on data from 392 participants in 7 studies ⁵	Mean	Mean	Moderate Due to serious indirectness ⁶
		Difference: MD 2.72 higher (CI 95% 2.19 higher - 3.24 higher)		
BCTQ-SSS	Measured by: Scale: - Based on data from 151 participants in 2 studies ⁷	Mean	Mean	Moderate Due to serious inconsistency ⁸
		Difference: SMD 0.07 higher (CI 95% 0.56 lower - 0.70 higher)		
BCTQ-FSS	Measured by: Scale: - Based on data from 151 participants in 2 studies ⁹	Mean	Mean	Moderate Due to serious inconsistency ¹⁰
		Difference: SMD 0.36 higher (CI 95% 0.32 lower - 1.05 higher)		
Time to return to work	Measured by: Scale: - Based on data from 0 participants in 0 studies ¹¹	Mean	Mean	
		Difference: null higher		

Versionsnummer:	3.0
Erstveröffentlichung:	2006/11/30
Überarbeitung von:	2022/01/31
Nächste Überprüfung geplant:	2027/01/30

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online