

Diplomarbeit

**Definition eines Karpaltunnelsyndromrezidivs –  
eine systematische Literaturrecherche**

eingereicht von

**Saskia Kotschar**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde  
(Dr.<sup>in</sup> med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an

**der Klinik für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive  
Chirurgie**

unter der Anleitung von

Ass. Dr. med. univ. Petra Brinskelle

Assoz. Prof. PD Dr. David B. Lumenta

Graz, am 20.07.2020

### *Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 20.07.2020*

*Saskia Kotschar eh.*

## Danksagungen

Ich möchte mich von ganzem Herzen bei allen Menschen bedanken, die mir während meines Studiums und insbesondere während des Verfassens dieser Diplomarbeit auf vielfältige Art und Weise beigestanden haben. Mein Dank gilt zuallererst meiner Betreuerin Frau Ass. Dr. med. univ. Petra Brinskelle, die mir geduldig zu jeder erdenklichen Uhrzeit mit Rat und Tat zur Seite stand. Ganz besonderer Dank gebührt auch meinem Zweitbetreuer Assoz. Prof. PD Dr. David B. Lumenta, der mich mit seiner herausragenden fachlichen Kompetenz unterstützte. Für seine hilfreichen Hinweise zur richtigen Anwendung des „wissenschaftlichen Werkzeugkastens“ bin ich ihm zu Dank verpflichtet.

Ein großes „Dankeschön“ an meine Familie, für das Vertrauen in meine Fähigkeiten, sowie finanzielle und emotionale Unterstützung in all den Jahren. Danke auch an meinen Freund Dawid, der mir stets seelischen Beistand leistete und mich zu Hause entlastete, damit ich die Zeit hatte, um an dieser Arbeit zu feilen. Weiteren Dank möchte ich an dieser Stelle meinen Freunden und Kollegen aussprechen, die mit mir „gelitten“, mich aufgebaut und motiviert haben.

Zuletzt bleibt zu erwähnen, dass mir die Medizinische Universität Graz mit all ihren Institutionen zu jeder Zeit den nötigen Rückhalt bot um dieses Studium abzuschließen.

# Zusammenfassung

## Einleitung

Bei der weltweit häufigsten peripheren Neuropathie, dem Karpaltunnelsyndrom (KTS), weisen 0-19 % aller Patienten und Patientinnen postoperativ rezidivierende/persistierende Symptome auf, die in wiederum 12 % erneut behandelt werden mussten (1,2). Es existiert bereits eine Vielzahl von Studien zu KTS-Rezidiven (KTS-R), jedoch meist in Abwesenheit einer einheitlichen Begriffsdefinition. Eine klare Unterscheidung zwischen einem Rezidiv, postoperativer Komplikation oder Symptompersistenz wird nicht gemacht.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer Literaturanalyse, eine einheitlich gültige Definition der sich pathophysiologisch und klinisch unterscheidenden Formen des KTS-R, auf Basis eines symptomfreien Intervalls, festzulegen.

## Methode

Die Literatursuche nach Studienregistrierung (Ethikkommission und Prospero-Datenbank) ermittelte bei PubMed mit dem Suchschlüssel [„carpal tunnel syndrome“ AND „recurrence“] 177 englisch und deutsch-sprachige Publikationen zwischen 1992 und 2017 (29.11.2017). Ausgeschlossen wurden Reviews und experimentelle Studien, Einschlusskriterien waren Vorhandensein einer Begriffsdefinition für das KTS-R. Die ermittelte Literatur wurde von zwei unabhängigen Personen mittels eines standardisierten Fragebogens ausgewertet und in eine Excel-Datenbank übertragen. Eine deskriptive statistische Auswertung wurde durchgeführt.

## Ergebnisse

Zehn Studien wurden eingeschlossen, bei denen in 6 ein symptomfreies Intervall von mindestens 3 Monaten bestand.

Frauen waren häufiger als Männer von Hauptsymptomen (Sensibilitätsstörungen im Versorgungsgebiet des N. medianus, Kribbelparästhesien, Schwächegefühl) und neuropathischen Schmerzen (besonders nächtlich) betroffen. Intraoperativ wurde bei Re-Operationen am häufigsten eine Fibrose mit erneuter Einengung des Nerven festgestellt. Eine synonyme und damit definitionsgemäß inkorrekte Verwendung von den Begriffen „Rezidiv“ und „Persistenz“ lag in drei Studien vor. 4 der inkludierten Arbeiten wurden als Evidenzlevel III klassifiziert und jeweils 2 in die Kategorien II, IV und V eingeordnet.

## Diskussion

Der kleinste gemeinsame Nenner der eingeschlossenen Arbeiten war ein postoperatives symptomfreies Intervall (SFI) von zumindest 3 Monaten bei Rezidiven, was von einer Persistenz (kein SFI) unterschieden werden muss. Für eine korrekte Diagnosestellung ist eine elektrophysiologische Diagnostik in Zusammenschau mit der klinischen Untersuchung nötig. Eine vereinheitlichte Definition eines Rezidivs kann daher an einem SFI von mindestens 3 Monaten festgelegt werden.

# Abstract

## Introduction

In carpal tunnel syndrome, the most common peripheral neuropathy, 0-19 % among patients develop recurrent symptoms, requiring reoperation in 12 % of all cases (1,3). Currently, in the absence of literature sources on this topic, no common agreement on the definitions of recurrence, persistence and/or postoperative complications exist.

The aim of this systematic literature review was, to develop a standardized definition for the different pathophysiological and clinical forms of recurrent/persistent carpal tunnel syndrome based on a symptom free interval.

## Methods

Following registration in the Prospero database and ethical board approval, we found 177 German and English publications in the PubMed database using the search string [*“carpal tunnel syndrome”* AND *“recurrence”*] between 1992 and 2017 (29.11.2017). Inclusion criteria was a stated definition of “recurrence”, Reviews and experimental studies were excluded. After elimination of duplicates, the extracted literature was evaluated, using a standardized reporting sheet by two independent reviewers and transferred to an excel sheet for descriptive statistical analysis.

## Results

Ten studies were finally included in this review, the common denominator was in 6 a symptom-free interval of at least 3 months.

Women experienced more often symptoms (numbness, tingling and weakness) and especially neuropathic pain at night as compared to men. The intraoperative main finding during revision surgery was scarring (fibrosis) around the median nerve. In 3 publications the terms “recurrence” and “persistence” were incorrectly used interchangeably. 4 articles were classified as level of evidence III and two each were in the categories II, IV and V.

## Discussion

Common denominator of this review was the postoperative symptom-free interval (SFI) of at least 3 months in the recurrent cases (“true recurrence”), which is different from „persistence“, where no SFI exists. For an accurate diagnosis, electrophysiological studies combined with a clinical examination is needed. Based on this review, recurrence can be defined based on a SFI of at least 3 months.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen .....	ii
Zusammenfassung .....	iii
Abstract .....	v
Inhaltsverzeichnis .....	vii
Abkürzungen .....	ix
Abbildungsverzeichnis .....	x
Tabellenverzeichnis .....	xi
1 Einleitung .....	1
2 Ziel dieser Arbeit / Forschungsfrage .....	2
3 Grundlagen des Karpaltunnelsyndroms .....	3
3.1 Definition .....	3
3.2 Anatomie .....	3
3.2.1 Innervation .....	3
3.2.2 Lokalisation .....	4
3.3 Pathophysiologie .....	5
3.4 Symptome .....	5
3.5 Diagnostik .....	6
3.5.1 Klinische Untersuchung .....	6
3.5.2 Elektrophysiologische Diagnostik .....	8
3.5.3 Differentialdiagnosen .....	9
3.6 Behandlungsmöglichkeiten .....	10
3.6.1 Konservative Therapie .....	10
3.6.2 Operative Therapie .....	11
3.6.3 Nachbehandlung .....	13
3.7 Prognose .....	14
4 Material und Methoden .....	15
4.1 Systematische Übersichtsarbeit .....	15
4.2 Suchstrategie .....	15
4.3 Selektion der Suchergebnisse .....	16
4.4 Einteilung der Evidenzlevel .....	20
5 Ergebnisse .....	21
5.1 Final inkludierte Studien und Evidenzlevel .....	21
5.2 Studiendesign .....	23

5.3	Inkludierte Hände – Geschlechterverteilung.....	23
5.4	Wiederkehrende Symptome.....	24
5.5	Risikofaktoren .....	25
5.6	Gründe für die Revisionsoperation.....	26
5.7	Operationstechnik .....	27
5.8	Komorbiditäten .....	28
5.9	Elektrophysiologische Diagnostik.....	29
5.10	Symptomfreies Intervall.....	30
5.11	Begriffsdefinition des Rezidivs .....	32
6	Diskussion.....	33
7	Zusammenfassung.....	37
8	Literaturverzeichnis .....	38
8.1	Abbildungen .....	42
Anhang – Fragebogen.....		43

## Abkürzungen

ASPS	American Society of Plastic Surgery
ct	carpal tunnel
CT	Computertomografie
EMG	Elektromyogramm
KTS	Karpaltunnelsyndrom
KTS-R	Karpaltunnelsyndromrezidiv
M.	Musculus
m/s	Meter pro Sekunde
Mb.	Morbus
MeSH	Medical Subject Headings
MRT	Magnetresonanztomografie
ms	Millisekunde
N.	Nervus
NLG	Nervenleitgeschwindigkeit
NSAR	nicht steroidale Antirheumatika
OP	Operation
PRISMA	Preferred Reporting Items of Systematic reviews and Meta-Analyses
PROSPERO	International Prospective Register of Systematic Reviews
RCT	randomized controlled trial (randomisierte kontrollierte Studie)
SFI	symptomfreies Intervall
TOS	Thoracic-outlet-Syndrom

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwurhand (9) .....	4
Abbildung 2: Karpalkanal (11) .....	4
Abbildung 1: Schwurhand (9) .....	4
Abbildung 3: Phalen Test und Hoffmann-Tinel Zeichen (9).....	7
Abbildung 4: Schnittführungen (26) .....	12
Abbildung 5: Revisionsoperation (27).....	12
Abbildung 6: endoskopischer Zugang (29).....	13
Abbildung 7: Flussdiagramm .....	19
Abbildung 8: ASPS Rating Scales (37) .....	20
Abbildung 9: Verteilung der Evidenzlevel .....	22
Abbildung 10: Häufigkeit der wiederkehrenden Symptome .....	25
Abbildung 11: Häufigkeit der Revisionsgründe .....	27
Abbildung 12: SFI.....	31

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Fragebogen zur Erhebung der relevanten Parameter .....	18
Tabelle 2: final inkludierte Studien.....	22
Tabelle 3: inkludierte Patienten/-innen .....	24
Tabelle 4: Komorbiditäten (27) .....	28

# 1 Einleitung

Das Karpaltunnelsyndrom ist die häufigste periphere Neuropathie weltweit (1). Zum Diagnosezeitpunkt beträgt das mittlere Alter 50 Jahre und Frauen sind deutlich häufiger betroffen als Männer (4). Die operative Behandlung erfolgt durch die Spaltung des Karpaltunneldaches und Dekompression des Nervus (N.) medianus, jedoch entwickeln 0-19 % aller Patienten und Patientinnen postoperativ rezidivierende Symptome, wovon bis zu 12 % erneut behandelt werden müssen (2).

Nach intensiver Literaturrecherche zeigte sich, dass die Begriffsdefinition des „Rezidivs“ in der aktuellen Wissenschaft nicht einheitlich ist und es in 30 % Vermischungen oder Verwechslungen zwischen den Begriffen „Persistenz“ und „Rezidiv“ gibt. Laut Neuhaus (5) handelte es sich um ein Rezidiv, wenn nach einem symptomfreien Intervall (SFI) von 6 Monaten erneut Symptome auftraten. Davon zu differenzieren ist die Persistenz, bei der die Symptome niemals gänzlich verschwanden. Ursächlich dafür war meist eine inkomplette Spaltung des Retinakulums, die jedoch in anderen Studien mitunter als Ursache eines Rezidivs angegeben wurde. Concannon (6) definierte den Begriff des Rezidivs wie folgt: „Ein Rezidiv liegt vor, wenn nach der operativen Behandlung die Symptome verschwinden und erst nach einer bestimmten Zeit wiederkehren, so dass eine erneute Operation erforderlich ist.“ In dieser Definition ist jedoch kein konkretes Zeitfenster für das SFI festgelegt. Nach Nassar (7) wurde ein rezidivierendes KTS von einem SFI von zumindest 3 Monaten postoperativ charakterisiert.

Wie oben beispielhaft dargestellt, enthält die Literatur wissenschaftliche Artikel zu dem Thema „Rezidive bei Karpaltunnelsyndrom“, jedoch mit verschiedensten Begriffsdefinitionen des „Rezidivs“ hinsichtlich des Zeitraums des SFIs, so dass dies eine fehlende einheitliche Vorgehensweise in den Studien vermuten lässt. Auch in Bezug auf die Art der wiederkehrenden Symptome und die Ursachen der Rezidiventstehung stellt sich die Literatur uneinheitlich dar.

Um eine so häufige Erkrankung nach besten medizinischen Standards behandeln zu können, benötigt es jedoch eine einheitliche Begriffsdefinition.

## **2 Ziel dieser Arbeit / Forschungsfrage**

Diese systematische Literaturrecherche verfolgt das Ziel eine exakte Definition für Rezidive bei KTS anhand der vorhandenen Literatur zu erarbeiten, um in weiterer Folge standardisierte Behandlungsabläufe festlegen zu können. Hierfür müssen die wiederkehrenden Symptome, die zeitlichen Abfolgen, die Gründe der Rezidiventstehung, die Therapiemethoden und das PatientInnen gut näher beleuchtet werden. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Festlegung des Zeitraums des SFIs, sowie der Trennung der Begriffe „Rezidiv“ und „Persistenz“. Alle weiteren Faktoren im Zusammenhang mit der Begriffsdefinition wurden mit sekundärem Interesse evaluiert und es wurde versucht, eine allgemein gültige Empfehlung daraus abzuleiten.

## **3 Grundlagen des Karpaltunnelsyndroms**

### **3.1 Definition**

Das Karpaltunnelsyndrom ist die häufigste Einschlussneuropathie der oberen Extremität mit einer Inzidenz von 99 pro 100.000 (3). Ursache dieses Syndroms ist die Kompression des N. medianus im Karpalkanal des Handgelenks. Der N. medianus verläuft mit den Beugesehnen durch den engen osteofibrösen Karpalkanal. Eine Drucksteigerung im Kanal durch Ödeme, eine Entzündung der Sehnen, hormonelle Veränderungen oder Überbeanspruchung der Hand führt zu einer Kompression mit folgender Schädigung des Nerven. Schmerzen, Ausfallserscheinungen der Muskulatur, Kribbelparästhesien oder eine Schwäche der Hand können auftreten. Dies führt oftmals zu langen Krankenständen und damit sekundär zur psychischen Beeinträchtigung der Patienten/Patientinnen. Die genaue Ursache dieser Neuropathie ist noch nicht geklärt, man geht jedoch von einer multifaktoriellen Entstehung aus, welche unter dem Begriff „idiopatisch“ zusammengefasst wird (8).

### **3.2 Anatomie**

#### **3.2.1 Innervation**

Der N. medianus ist gemeinsam mit dem N. ulnaris und dem N. radialis für die motorische und sensible Innervation der Hand verantwortlich und seine Schädigung ist ursächlich für die Symptome bei der Erkrankung des Karpaltunnels.

Die Beugeseiten, sowie die streckseitigen Endglieder der Finger eins bis drei und vier radialeseitig, werden sensibel vom N. medianus versorgt. Motorisch versorgt er die Thenarmuskulatur mit Ausnahme des M. adductor pollicis und des tiefen Kopfs des M. flexor pollicis brevis, sowie die Mm. lumbricales eins und zwei. Die Beuger der extrinsischen Muskulatur des Unterarms, welche für die Bewegung des Handgelenks maßgeblich sind, werden ebenfalls vom N. medianus innerviert. Hieraus ergibt sich bei einem Ausfall des N. medianus das Bild der Schwurhand, wie in Abbildung 1 dargestellt (Ausfall der Handgelenksbeuger sowie der Fingerbeuger eins bis drei) (9).



Abbildung 1: Schwurhand (9)

### 3.2.2 Lokalisation

Der N. medianus verläuft im Übergang zwischen Unterarm und Hohlhand in einer von den Ossa metacarpalia (Handwurzelknochen) gebildeten knöchernen Rinne. Das Dach dieser Rinne bildet das Retinaculum flexorum, woraus in Summe der Karpalkanal entsteht. Durch diesen Kanal ziehen der N. medianus und die Sehnen der langen Fingerbeuger (Mm. flex. dig. superf., Mm. flex. dig. prof. und M. flex. poll. longus). Am oberflächlichsten befindet sich jedoch der N. medianus, weshalb dieser bei einer Einengung des Karpalkanals am vulnerabelsten ist (10).

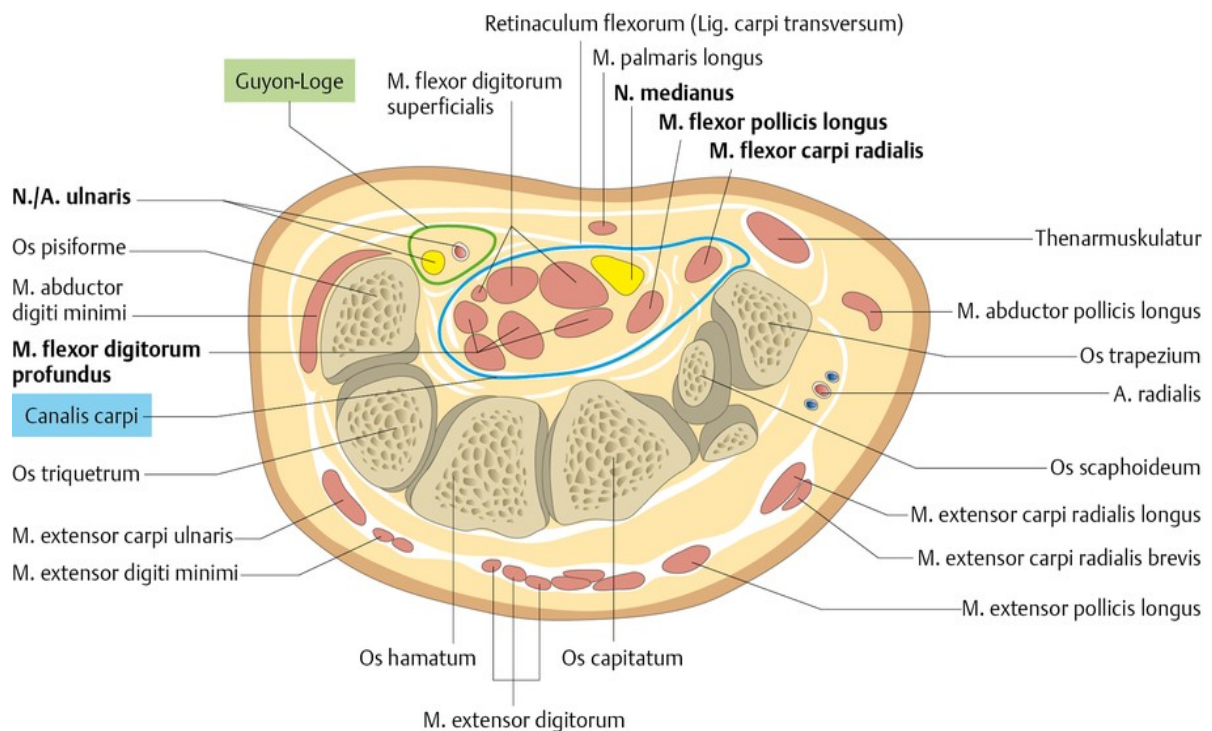


Abbildung 2: Karpalkanal (11)

### **3.3 Pathophysiologie**

Der Karpalkanal ist eine physiologische Engstelle. Eine Volumszunahme des Karpaltunnelinhalts, die durch verschiedene Erkrankungen oder Konstitutionen ausgelöst werden kann, wie beispielsweise durch Fibrosierungen im Bereich des Karpalkanals führen zu einer Nervenkompression (12,13). Andere mögliche Ursachen für die Nervenkompression sind eine posttraumatische Schwellung und damit einhergehende Druckerhöhung oder anatomische Verschiebungen im Rahmen distaler Unterarmfrakturen oder Verletzungen der Handwurzel (9).

Die Pathogenese - in vereinfachter Form - präsentiert sich wie folgt: Eine entzündliche oder nicht entzündliche Schwellung der Synovialis erzeugt eine Druckerhöhung im Karpalkanal, die die Gefäße des Epi- und Perineuriums komprimiert. Durch die Minderdurchblutung des Nerven bildet sich ein intraneurales Ödem, das eine fokale Demyelinisierung verursacht. In den ödematös geschwollenen Nerv sprossen Fibroblasten ein, die zur Fibrosierung und zur weiteren Schädigung der Nervenfasern mit Axondegeneration führen. Das Ausmaß der Nervschädigung ist abhängig von Stärke und Dauer der Kompression (14).

Zu den Risikofaktoren für die Entstehung eines KTS zählen Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Hyperthyreose, Arthritis, Adipositas oder Zustände wie eine Schwangerschaft oder die Menopause. Daraus ergibt sich ein möglicher Einfluss hormoneller Veränderungen auf die Pathogenese. Dies konnte jedoch laut Padua (8) zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht ausreichend belegt werden. Ein Zusammenhang zwischen häufiger Bildschirmarbeit und der Neuropathie wird laut ihm diskutiert, da die erhöhte mechanische Belastung der Sehnen zu einer Sehnenscheidenentzündung führen kann, welche den Karpalkanal einengt und ein Karpaltunnelsyndrom bedingen kann (8).

### **3.4 Symptome**

Zu den charakteristischen Symptomen eines KTS gehören nächtliche Parästhesien der Hand („Brachialgia paraesthetica nocturna“) sowie Dysästhesien im Bereich des Versorgungsgebietes des N. medianus. Häufig berichten Patienten und Patientinnen von nadelstichartigen Missempfindungen und einer Schmerzausstrahlung bis in den Arm. Diese treten wiederholt nachts oder morgens auf, sowie bei bestimmten Tätigkeiten, die den N. medianus im

Karpalkanal reizen. Linderung verspüren die Patienten und Patientinnen durch „Ausschütteln“, bei Kühlung oder durch Ruhigstellung des Handgelenks.

Als Zeichen zunehmender Nervenschädigung werden „elektrische Missempfindungen“ oder anhaltende Kribbelparästhesien betrachtet. Bei Fortschreiten der Krankheit werden die Finger oftmals als „taub“ beschrieben und die Patienten und Patientinnen klagen über Schwierigkeiten bei feinen Arbeiten unter Verwendung der Hände.

Im Spätstadium kann es zu einer Atrophie der Thenarmuskulatur und einer damit verbundenen verstärkten motorischen Oppositionsschwäche des Daumens kommen (9,15). Die individuelle Schmerzempfindung der Patienten und Patientinnen variiert und kann sich mitunter bei rezidivierenden Symptomen anders darstellen als präoperativ (5). Padua (15) berichtet ebenfalls, dass der individuelle Krankheitsverlauf signifikante Unterschiede aufweisen kann. Geringe Beschwerden über einen langen Zeitraum und zwischenzeitlich beschwerdefreie Intervalle sind keine Seltenheit. Eine Zunahme der Beschwerden wird eher nach manueller Überlastung, in der Gravidität oder nach Verletzungen im Bereich der Handgelenke beschrieben.

### **3.5 Diagnostik**

An erster Stelle jeder Diagnostik steht die klinische Untersuchung, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll. Es existieren zwei klassische Tests für die Diagnose eines Karpaltunnelsyndroms. Die Sensitivität dieser beiden Tests liegt laut Brüske (16) zwischen 42 % und 85 % beim Phalen-Test und zwischen 38 % und 100 % beim Hoffmann-Tinel-Test. Die Spezifität befindet sich bei ersterem zwischen 54 % und 98 % und bei zweitem zwischen 55 % und 100 %. Laut der Studie von Brüske (16) lag die Sensitivität und Spezifität des Phalen-Tests bei 85-89 % und beim Hoffmann-Tinel-Test bei 67-68 %.

#### **3.5.1 Klinische Untersuchung**

##### a) Inspektion und Palpation:

Der Fokus liegt auf der Muskelatrophie des Thenars, welche eher palpatorisch als inspektorisch und immer im Seitenvergleich zu erkennen ist. Dabei muss die Händigkeit der PatientInnen berücksichtigt werden. Selten kann man eine verminderte Schweißsekretion als Ausdruck einer

hochgradigen Nervenschädigung feststellen. Vorsicht ist bei PatientInnen mit Rhizarthrose geboten, da hier das Bild einer Thenaratrophy imitiert werden kann.

b) Oberflächensensibilität:

Mit Hilfe eines Gegenstands werden die Sensibilität im Gebiet des N. medianus und auch die Zwei-Punkt-Diskrimination beurteilt.

c) Motorik:

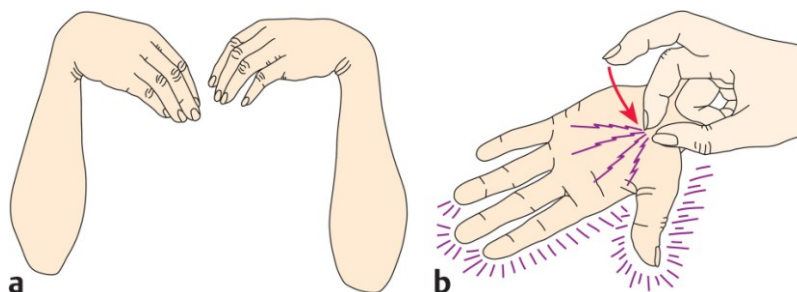
Es wird besonders auf das Vorhandensein einer Abduktions- sowie Oppositionsschwäche des Daumens geachtet, welche als Spätsymptom gilt. Um die Funktion des M. abductor pollicis brevis beurteilen zu können, ist das "Flaschenzeichen" ein guter Indikator für diese motorische Läsion. Können zylindrische Objekte wie z. B. Verschlüsse von Flaschen nicht vollständig umgriffen werden, ist dieser Test positiv (17).

d) Hoffmann-Tinel-Zeichen:

Hierbei wird das Dach des Karpalkanals beklopft und dadurch der N. medianus gereizt. Wenn daraufhin elektrisierende Schmerzen im Bereich des Nervenversorgungsgebietes auftreten, so ist der Test positiv und weist auf ein Karpaltunnelsyndrom hin (9). Dies wird in Abbildung 3 dargestellt.

e) Phalen-Test:

Beim Phalen-Test wird der N. medianus, durch die in Abbildung 3 gezeigte Handhaltung, für eine Minute eingeengt. Treten Kribbelparästhesien im Medianusgebiet auf, so ist auch dieser Test positiv und kann als Hinweis auf ein KTS gewertet werden (9).



**Abbildung 3: Phalen Test und Hoffmann-Tinel Zeichen (9)**

### 3.5.2 Elektrophysiologische Diagnostik

Leitbefund beim KTS ist die reduzierte Nervenleitgeschwindigkeit (NLG) des N. medianus im Karpaltunnel als Folge der Demyelinisierung. Entwickelt sich in fortgeschrittenem Stadium ein Axonschaden, so hat dieser zusätzlich erniedrigte Amplituden der Reizantworten zur Folge (17). Diese Diagnostik sollte im Idealfall von einem Neurologen durchgeführt werden. Die NLG kann nicht direkt gemessen, sondern nur errechnet werden. Hierbei wird der N. medianus an einer Stelle durch einen elektrischen Reiz stimuliert (Dauer: 0,1-1 Sekunden, Frequenz: 0,1-1/Sekunde). Gemessen wird das Zeitintervall von der Reizung des Nervs bis zum Eintreffen der Erregung am Muskel.

Bei der NLG ist zwischen sensibler und motorischer NLG zu unterscheiden, welche jeweils von einer sensiblen bzw. motorischen Nervenbahn abgeleitet werden. Bei der motorischen NLG wird der Nerv proximal gereizt und die Erregung nach distal abgeleitet (orthodrom). Bei der sensiblen NLG erfolgt die Reizung orthodrom und antidrom (von distal nach proximal). Daher weist diese Methode gegenüber der motorischen Messung eine höhere Empfindlichkeit auf (18).

a) motorische Testung → distale motorische Latenz Messung:

Hierbei wird die distale motorische Latenz des N. medianus im Vergleich zum N. ulnaris der betroffenen Hand untersucht. Gemessen wird die Zeitspanne zwischen der Reizung des N. medianus und der motorischen Muskelantwort. Bei einer Distanz von 6,5 cm ist ein Wert von  $>4,2$  ms pathologisch. Die distale motorische Latenz des N. ulnaris darf einen Grenzwert von 3,3 ms nicht überschreiten. Die Beurteilung sollte immer im Seitenvergleich erfolgen und auf der symptomatischen Seite auf für den N. ulnaris durchgeführt werden (19).

b) sensible Testung → NLG des N. medianus:

Bei einer Extremitätentemperatur von 34 Grad Celsius, die den Normwerten zugrunde liegt, und einem 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 (19).

In der Diagnostik ist große Vorsicht geboten, da stets auf die Zusammenschau zwischen Messergebnissen und Symptomen der PatientInnen geachtet werden muss, um eine Überinterpretation der Testergebnisse zu vermeiden. Aufgrund der Möglichkeit eines beidseitigen KTS und/oder einer Polyneuropathie, sollte stets auch die motorische und sensible Neurografie des ipsilateralen N. ulnaris und des kontralateralen N. medianus durchgeführt werden.

Eine Elektromyographie des M. abductor pollicis brevis ist routinemäßig nicht erforderlich. Sie dient dem Nachweis einer axonalen Läsion und wird bei fortgeschrittener Muskelatrophie oder pathologisch erhöhter Reizschwelle des N. medianus angewendet.

Auf eine routinemäßige MRT- oder CT-Untersuchung sollte verzichtet werden, da kein zusätzlicher diagnostischer Vorteil besteht (17).

### **3.5.3 Differentialdiagnosen**

#### Pronator Teres - Syndrom:

Bei diesem Krankheitsbild kommt es zu einer Kompression des N. medianus durch den Musculus pronator teres am proximalen Unterarm. Dieser besteht aus zwei Muskelköpfen, welche sich zu einer gemeinsamen Sehne vereinigen. Kurz vor dieser Vereinigung tritt der N. medianus durch den Spalt der beiden Köpfe. Wenn diese Durchtrittsstelle zu klein ist, kann es zu einer Kompression des Nervs kommen. Der dabei entstehende Schmerz ist den Symptomen eines KTS sehr ähnlich, unterscheidet sich jedoch in den Schmerzen bei forcierter Pronation im Ellenbogengelenk, welche beim KTS nicht vorhanden sind (20).

#### CRPS: (complex regional pain syndrome):

CRPS entwickelt sich nach einem Trauma oder postoperativ im Bereich der distalen Extremitätenabschnitte. Starke Schmerzen, Schwellungen, Muskelkrämpfe, trockene Haut und zunehmendes Schwitzen sind typische Symptome dieser Erkrankung. Die Symptomatik ist dabei nicht auf Innervationsterritorien beschränkt. Komplizierende, die Chronifizierung fördernde Faktoren sind schmerzhafte Therapieverfahren, ungerechtfertigte invasive Maßnahmen und psychische Komorbiditäten (21). Ein zu spät behandeltes KTS, inadäquate Schmerztherapie oder ein zu eng angelegter Verband erhöhen das Risiko ein CRPS zu entwickeln.

### Thoracic-outlet Syndrom (TOS):

Das TOS vereint eine Vielzahl von Beschwerden, deren Ursache in einer Kompression von vaskulären oder neuralen Strukturen in einer der drei Engen der oberen Thoraxapertur liegt. Die Symptome der einzelnen Patienten und Patientinnen variieren. Schmerzen und Parästhesien ulnar an Hand und Unterarm, der Innenseite des Oberarms sowie eine Atrophie der intrinsischen Handmuskulatur und der langen Fingerflexoren sind häufig. Hier kann es zu Verwechslungen mit dem KTS kommen (22).

Häufig kommt es zu einer Überlagerung mehrerer Krankheitsbilder, wodurch die elektrophysiologische Diagnostik und genaue Untersuchung zusätzlich an Bedeutung gewinnt (17).

## **3.6 Behandlungsmöglichkeiten**

Die Therapie sollte sich nach den individuellen Beschwerden des Patienten/Patientinnen richten und nicht an einer pathologischen Elektrodiagnostik festgemacht werden. Klinische Symptome stehen bei der Behandlung im Vordergrund, während eine verminderte NLG im Vergleich zum Vorbefund nur hinweisgebend sein kann. Zu Beginn der Erkrankung, wenn die Patienten/Patientinnen nur leichte nächtliche Parästhesien beschreiben, ist ein konservativer Therapieansatz gerechtfertigt. Erst mit Fortschreiten des Erkrankungsstadiums oder der Stärke der Beschwerden sollte über eine operative Therapie nachgedacht werden (17).

### **3.6.1 Konservative Therapie**

- Eine palmare Handgelenksschiene, welche insbesondere in der Nacht getragen werden sollte, hat sich laut O'Connor (23) als Kurzzeit-Vorteil erweisen. Besonders wirksam sei dieser konservative Ansatz in Kombination mit entzündungshemmender oraler Medikation.
- Der Einsatz von NSAR ohne die Verwendung einer Schiene ist weit verbreitet, zeigt jedoch verglichen mit dem Einsatz von Placebos keinen besseren Effekt, daher sollte darauf verzichtet werden (23).
- Die lokale Infiltration einer Kortikoid-Kristallsuspension in den Karpalkanal ist eine häufige Alternative zur Ruhigstellung mittels Schiene. Laut Marshall

(24) hält die Schmerzlinderung bis zu acht Wochen an. In Hinblick auf die Langzeitwirkung ist die Operation den konservativen Alternativen überlegen, so dass Mehrfachinjektionen mit erhöhtem Risiko einer Nerven- oder Sehnenschädigung vermieden werden sollten.

### **3.6.2 Operative Therapie**

Die Operation ist bei entsprechender Indikationsstellung die bestmögliche Langzeittherapie. Der Eingriff erfolgt in den meisten Fällen im ambulanten Setting unter Lokalanästhesie, Regional- oder Plexusanästhesie. Ziel des Eingriffs ist die vollständige Retinakulumspaltung, einschließlich der Unterarmfaszie und des Ligamentum carpi palmare, zur Entlastung des N. medianus. Der motorische Thenarast mit häufig atypischen Verläufen und der Ramus palmaris des N. medianus und seine Seitenäste, sollten geschont werden.

Es ist ratsam die OP-Indikation möglichst streng zu stellen. Erst bei anhaltenden sensiblen und/oder motorischen Ausfallserscheinungen, oder einer ausbleibenden Besserung der Schmerzsymptomatik durch ausgeschöpfte konservative Therapie, sollte über eine Operation nachgedacht werden. Patienten und Patientinnen mit einer überlagerten Polyneuropathie, im hohem Alter, Schwangere, sowie CRPS-Patienten und Patientinnen sind von der Operation nicht ausgeschlossen (17).

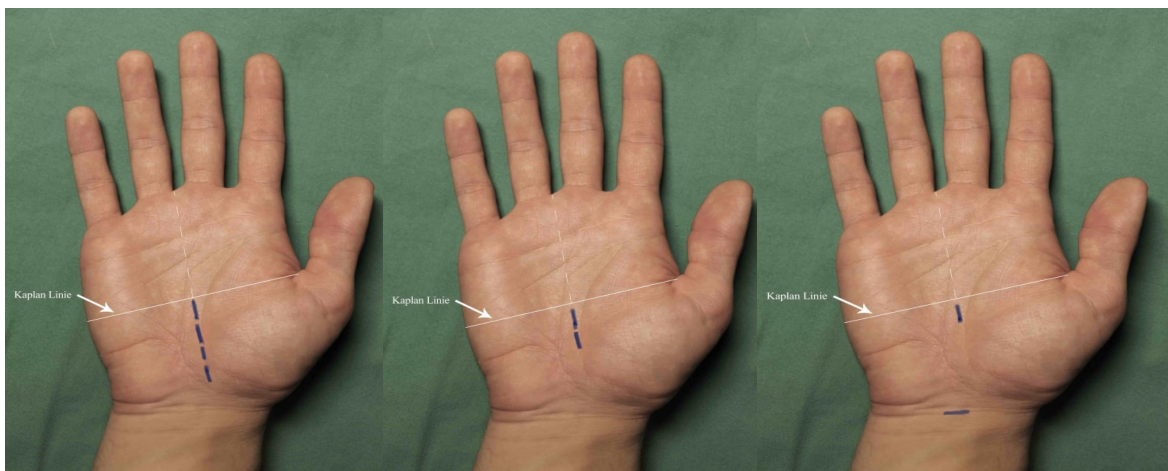
#### **3.6.2.1 Operationstechniken**

Die chirurgische Therapie besteht in der Spaltung des Retinaculum flexorum. Dieses Vorgehen kann entweder offen oder endoskopisch erfolgen (9). Bei Revisionsoperationen besteht die Möglichkeit der Anwendung adaptierter Verfahren wie zum Beispiel spezielle Lappenplastiken.

##### **3.6.2.1.1 Standard/offen**

Der Hautschnitt sollte groß genug gewählt werden, um unter angebrachter Blutsperre einen guten Überblick über alle anatomischen Strukturen zu haben (15). Wegen zahlreicher anatomischer Varianten gibt es keine gesicherte Empfehlung zur Schnittführung. Standardmäßig wird ein radialeitiger Zugang mit einem 3-4 cm langen Vertikalschnitt, welcher proximal an die Raszetta grenzt, gewählt. Diese Inzision bietet einen guten Überblick über das Operationsgebiet und ist doch möglichst klein und schonend. Alternativ ist die Verwendung des Kurzschnitts möglich. Hierbei handelt es sich um eine Abwandlung der Standard-

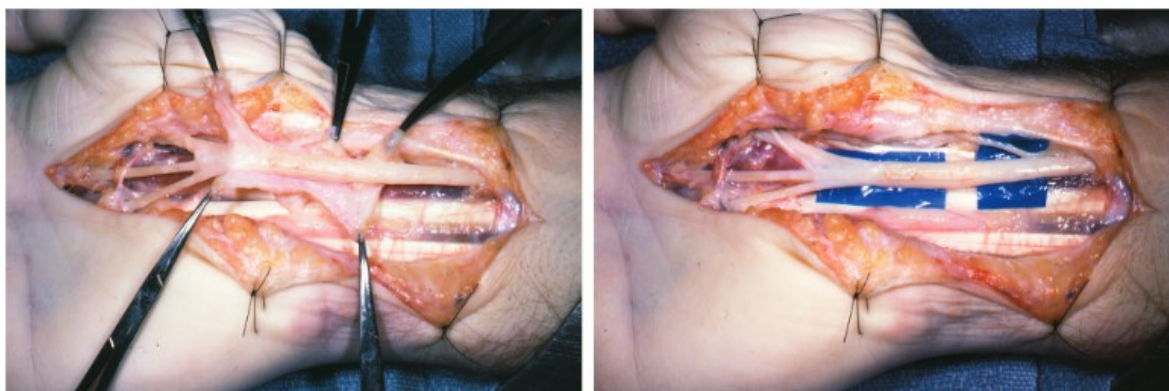
Inzision, mit einer Länge von ungefähr 2 cm, distal der Raszetta. Das Risiko der Verletzung des Thenarastes des N. medianus ist aufgrund der distal knappen Sichtverhältnisse, jedoch erhöht. Die kürzeste Variante des Hautschnitts zur Spaltung eines KTS ist die Mini-Inzision. Diese wird mit einem 1-2 cm langen Schnitt in der Hohlhand, radialseitig des flektierten vierten Fingers, auf Höhe der Kaplan-Kardinal-Linie durchgeführt. Der große Nachteil dieser Methode ist die eingeschränkte Sicht auf die anatomischen Strukturen, die den Operateur zu einer „blinden“ Retinakulumspaltung zwingt, da er den motorischen Thenarast nicht darstellen kann (25). Alle drei Schnittführungen werden in Abbildung 4 der Reihe nach von links nach rechts dargestellt (26).



**Abbildung 4: Schnittführungen (26)**

**Links: Standardinzision, Mitte: Kurzschnitt, Rechts: zwei Varianten der Mini-Inzision**

Im Falle einer Revisionsoperation wie in Abbildung 5 (27), kann es notwendig sein den ursprünglichen Schnitt über die Raszetta hinweg in Richtung Unterarm zu erweitern. Bei großen Schnitten ist unter Umständen die Verwendung lokaler Lappen zur vollständigen Bedeckung des N. medianus nötig.



**Abbildung 5: Revisionsoperation (27)**

### **3.6.2.1.2 Endoskopischer Zugang**

Hierbei muss zwischen der Technik nach Agee 1995, mit einem monoportalen Zugang und der Variante nach Chow 1994, unter Verwendung eines biportalen Zuganges, unterschieden werden (32,33). Diese biportale Arbeitstechnik ist in Abbildung 6 (29) zu sehen. In beiden Techniken erfolgt die Spaltung des Retinakulums unter endoskopischer Sicht.

Generell ist zu sagen, dass sich viele Studien mit dem Thema „offen vs. endoskopisch“ befasst haben, das Outcome jedoch von Studie zu Studie variiert. Eine höhere PatientInnenzufriedenheit bei unkompliziertem Verlauf und geringere Narbenschmerzen sprechen für den endoskopischen Zugang, während eine höhere Komplikationsrate oder schlechtere Langzeitergebnisse bzw. eine höhere Rezidivhäufigkeit gegen diese Technik sprechen (6). Dies wurde von anderen Studien wie beispielsweise von Schmelzer (30) nicht bestätigt.



**Abbildung 6: endoskopischer Zugang (29)**

### **3.6.3 Nachbehandlung**

Nach der Operation wird die Anlage eines Wundverbandes, adäquate Schmerztherapie durch Analgetika, Kryotherapie, Hochlagerung und Schonung der Hand empfohlen. Eine Schienung des operierten Handgelenks liegt im Ermessen des Operateurs, auch wenn Studien ergeben haben, dass eine Ruhigstellung keine erkennbaren Vorteile bringt (31). Die Dauer des Krankenstands beläuft sich in der Regel auf 3 - 6 Wochen, je nach beruflicher Tätigkeit (17). Laut Cook (32) beuge eine frühe funktionelle Bewegung der Finger mit nur geringer Belastung einem Handödem und Fingersteifigkeit vor. Er schlug

vor, eine Schiene zu vermeiden und die operierte Hand möglichst bald zu beüben, damit Patienten und Patientinnen schneller in den Alltag zurück kehren können.

### **3.7 Prognose**

Das operativ behandelte KTS hat - bei frühzeitiger Indikation und korrekt durchgeführter Behandlung – eine gute Prognose. Dies gilt auch für über 70-jährige PatientInnen, Diabetiker oder PatientInnen unter Langzeitdialyse (37,38,39).

Laut Sanz (34) würde der präoperativ erhöhte Druck im Karpalkanal sofort postoperativ sinken. Mit dem sinkenden Druck würden sich die nächtlichen Schmerzen nach der Operation bessern. Die Leitlinien zur Diagnostik und Therapie des KTS von Assmus (17) besagen, dass die Sensibilitätsstörungen noch einige Tage bis Wochen, in schweren Fällen bis zu sechs Monaten hin, bestehen bleiben können. In Einzelfällen würden Sensibilitätsstörungen auch dauerhaft bestehen bleiben, dies werde jedoch selten beobachtet. Dennoch wäre bei anhaltenden Schmerzen immer an eine intraoperative Nervenschädigung zu denken (17).

Protrahierte Narbenschmerzen stammten meist von kleinen Neuomen im Bereich der Seitenäste des Ramus palmaris N. medianus ab, sie klangen aber nach spätestens sechs Monaten ab (35). PatientInnen, die es gewohnt sind ihre Hände manuell stark zu belasten, klagen postoperativ über eine Kraftminderung in der operierten Hand. Dies war meist auf eine schmerzhaft Narbe oder eine veränderte Statik der Hand zurückzuführen, sollte jedoch innerhalb von drei Monaten verschwinden. Nach endoskopischen Eingriffen seien die Schmerzen sechs Wochen nach der Operation geringer als bei offen operierten PatientInnen (17).

Nicht in allen Fällen ist die Prognose so positiv wie erwähnt. Es sei an dieser Stelle folgender Satz aus der Einleitung zitiert:

*„0-19 % aller Patienten und Patientinnen entwickeln rezidivierende Symptome und bis zu 12 % müssen erneut behandelt werden (2).“*

Die genaue Definition des Rezidivs, sowie alle damit in Zusammenhang stehenden Faktoren wurden evaluiert. Die Vorgangsweise wird im Folgekapitel näher erörtert.

## 4 Material und Methoden

Das folgende Kapitel erläutert die einzelnen Schritte einer systematischen Übersichtsarbeit und erklärt den gesamten Arbeitsprozess, von der anfänglichen Literaturrecherche, bis zur finalen Auswahl der inkludierten Studien sowie der Ergebnisfindung.

### 4.1 Systematische Übersichtsarbeit

Um das Ziel der vorliegenden Arbeit zu erreichen (Ausarbeitung einer einheitlichen Definition des KTS-R), wurde die Methode einer systematischen Übersichtsarbeit auf Basis der PRISMA 2009 Kriterien gewählt (36). Zu Beginn der Recherche erfolgte die Registrierung des Studienprotokolls auf PROSPERO (CRD42017056879), um die Arbeit an diesem Thema bekannt zu geben. PROSPERO ist eine Datenbank, in der systematische Übersichtsarbeiten aus dem Gesundheitsbereich registriert werden können, um Duplikate zu vermeiden und das Auffinden von Arbeiten zu erleichtern.

Die Zugriffe auf alle verwendeten Datenbanken erfolgten mit Lizenzen der Medizinischen Universität Graz.

### 4.2 Suchstrategie

Um die Definition eines „Rezidivs bei KTS“ zu bestimmen, wurde am 29. November 2017 eine systematische Literatursuche in der PubMed Datenbank vorgenommen. Ziel dieser Suche war es, den aktuellen Stand der Wissenschaft zu dieser Frage zu evaluieren. Um die Suche einzugrenzen wurden folgende MeSH Schlagwörter verwendet:

„carpal tunnel syndrome“ AND „recurrence“

Diese Termini erlaubten eine Verknüpfung zwischen dem häufigen Karpaltunnelsyndrom und Rezidiven bei KTS. Um die durch den verwendeten Suchschlüssel erhaltenen Ergebnisse zu minimieren und die relevanten Arbeiten herauszufiltern, wurden nur jene Studien inkludiert, die zwischen 1992 und 2017 erschienen sind und den Menschen betreffen. Exklusionskriterien waren Tierstudien und systematische Übersichtsarbeiten, sowie alle Arbeiten, die weder in deutscher noch in englischer Sprache verfasst wurden.

### **4.3 Selektion der Suchergebnisse**

Die initiale Literatursuche in der Pubmed-Datenbank lieferte unter Berücksichtigung der oben erwähnten In- und Exklusionskriterien 177 Artikel. Die Kurzzusammenfassungen dieser Arbeiten wurden von zwei unabhängigen Personen auf das Vorhandensein einer Begriffsdefinition des „Karpaltunnelsyndromrezidivs“ durchsucht. In diesem ersten Selektionsschritt wurden 153 Arbeiten ausgeschlossen, da sie das Thema der „Rezidive bei KTS“ erwähnten, jedoch in der Kurzzusammenfassung nicht näher auf die konkrete Definition des Begriffs eingingen, oder weder in englischer noch in deutscher Sprache verfasst und nicht auswertbar waren. Von allen nun mehr 24 Artikeln, die Hinweise auf eine nähere Definition eines Rezidivs lieferten, wurden die Volltexte angefordert und im weiteren Verlauf auf eine konkrete Zeitangabe des symptomfreien Intervalls gefiltert. In diesem Arbeitsschritt wurden weitere 14 Arbeiten exkludiert, da die vorhandene Begriffsdefinition keine exakte Angabe zum Zeitraum des „SFI“ enthielt.

Die Zahl der final inkludierten Studien belief sich auf zehn Arbeiten, wovon sechs in englischer und vier in deutscher Sprache verfasst wurden. Alle Suchergebnisse wurden systematisch in einer Microsoft Excel-Datei zusammengetragen.

Im Vorfeld der Literaturrecherche wurde ein standardisierter Fragebogen zur Auswertung, der zu erhebenden relevanten Parameter, erstellt. Von Interesse war in erster Linie die genaue Begriffsdefinition des Rezidivs, jedoch waren auch weitere Parameter sekundär mit der Begriffsdefinition verknüpft und wurden daher ebenfalls erhoben. Diese können aus Tabelle 1 entnommen werden.

Art des Artikels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metaanalyse</li> <li>• Kohortenstudie</li> <li>• RCT</li> <li>• Fallstudie</li> <li>• Fallbericht</li> </ul>
Evidenzlevel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 2</li> <li>• 3</li> <li>• 4</li> <li>• 5</li> </ul>
Anzahl der inkludierten Patienten/Patientinnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• männlich</li> <li>• weiblich</li> </ul>
wiederkehrende Symptome	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilitätsstörung im Versorgungsgebiet des N. medianus</li> <li>• nächtliche Schmerzen</li> <li>• nächtliche Parästhesien</li> <li>• Kraftverlust</li> <li>• Kribbeln</li> </ul>
Risikofaktoren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialyse</li> <li>• Anzahl an Voroperationen</li> <li>• hypertrophe Narbenbildung</li> <li>• KTS in der Vergangenheit</li> <li>• Fibrose</li> <li>• Arbeitsunfähigkeit</li> </ul>
Gründe für die Revisions-OP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenosynovitis</li> <li>• Fibrose</li> <li>• inkorrekte Diagnose</li> <li>• anatomische Besonderheiten</li> <li>• Vernarbung</li> <li>• unvollständige Spaltung</li> <li>• Tumor/Raumforderung</li> </ul>

Operations-Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard</li> <li>• endoskopisch</li> <li>• mini offen</li> <li>• alternative Technik</li> </ul>
Komorbiditäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rheumatoide Arthritis</li> <li>• Struma/Schilddrüsenstörung</li> <li>• Schnellender Finger</li> <li>• inkomplette Spinalkanalstenose im Bereich C3/C4</li> <li>• Diabetes</li> <li>• periphere Neuropathie</li> <li>• Depression/Angststörung</li> </ul>
Elektrophysiologische Diagnostik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durchgeführt</li> <li>• nicht durchgeführt</li> </ul>
Alter der Patienten/Patientinnen in Jahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 30 Jahre</li> <li>• 30-50 Jahre</li> <li>• 50-70 Jahre</li> <li>• &gt; 70 Jahre</li> </ul>
SFI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „x“ Monate</li> <li>• „x“ Jahre</li> </ul>

**Tabelle 1: Fragebogen zur Erhebung der relevanten Parameter**

Jede der zehn Studien wurde mittels dieses Fragebogens von zwei unabhängigen Personen hinsichtlich der definierten Punkte evaluiert. Bei Diskrepanz der Ergebnisse zwischen den beiden Bewertungen wurde in einer anschließenden Diskussion ein Konsens gefunden. Die Ergebnisse der Fragebögen wurden in die vorhandene Excel-Tabelle übertragen, ausgezählt und grafisch dargestellt, um besser miteinander verglichen werden zu können.

In Abbildung 7 sind alle Arbeitsschritte chronologisch dargestellt, um den Arbeitsprozess zu veranschaulichen.

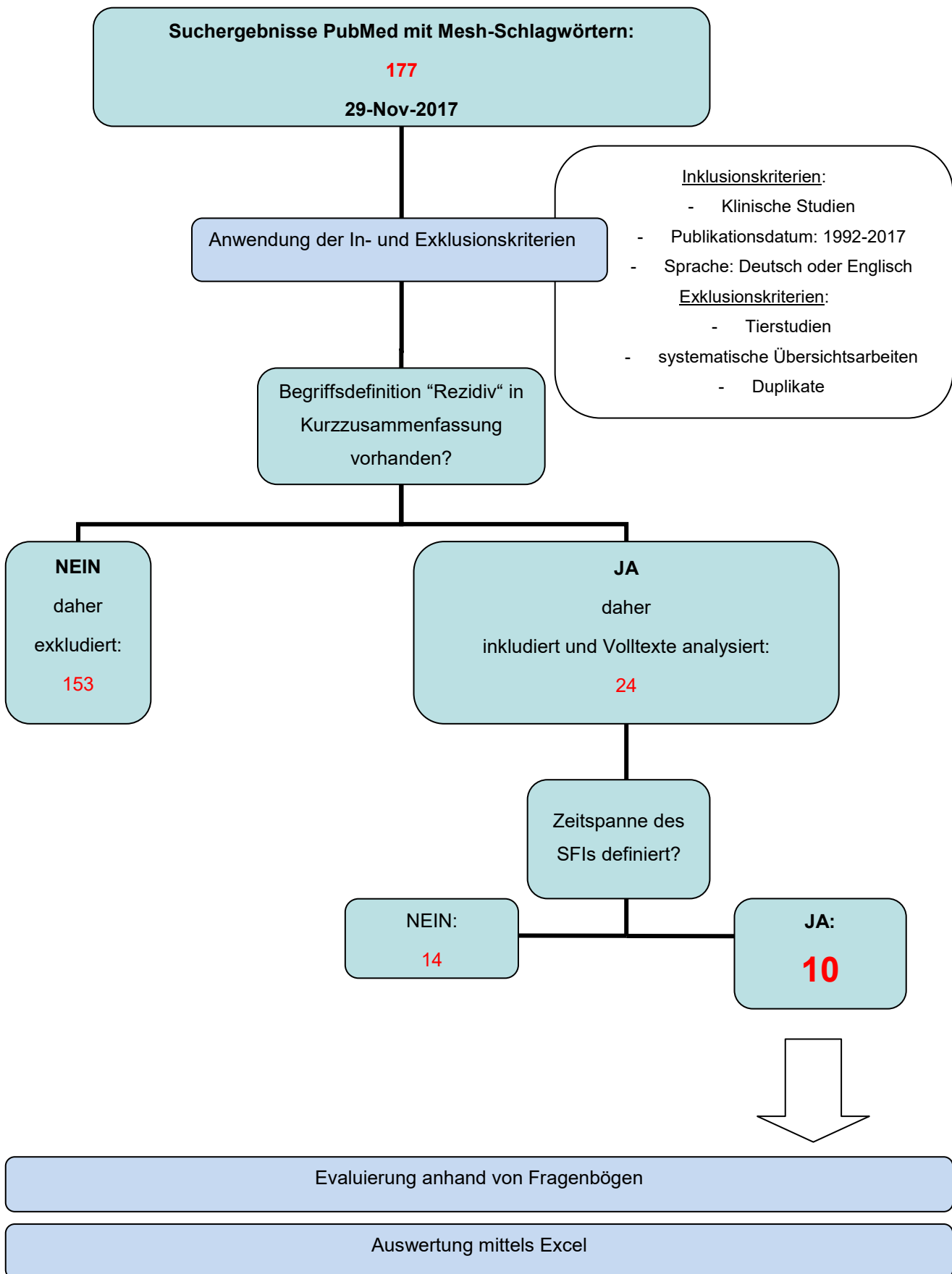


Abbildung 7: Flussdiagramm

#### **4.4 Einteilung der Evidenzlevel**

Die Einteilung der Evidenzlevel in Kategorien I bis V erfolgte gemäß der Richtlinien der ASPS (American Society of Plastic Surgery) (37) aus 2011, siehe

##### **ASPS Evidence Rating Scales**

###### **Evidence Rating Scale for Therapeutic Studies**

<b>Level of Evidence</b>	<b>Qualifying Studies</b>
I	High-quality, multi-centered or single-centered, randomized controlled trial with adequate power; or systematic review of these studies
II	Lesser-quality, randomized controlled trial; prospective cohort or comparative study; or systematic review of these studies
III	Retrospective cohort or comparative study; case-control study; or systematic review of these studies
IV	Case series with pre/post test; or only post test
V	Expert opinion developed via consensus process; case report or clinical example; or evidence based on physiology, bench research or “first principles”

**Abbildung 8: ASPS Rating Scales (37)**

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Final inkludierte Studien und Evidenzlevel

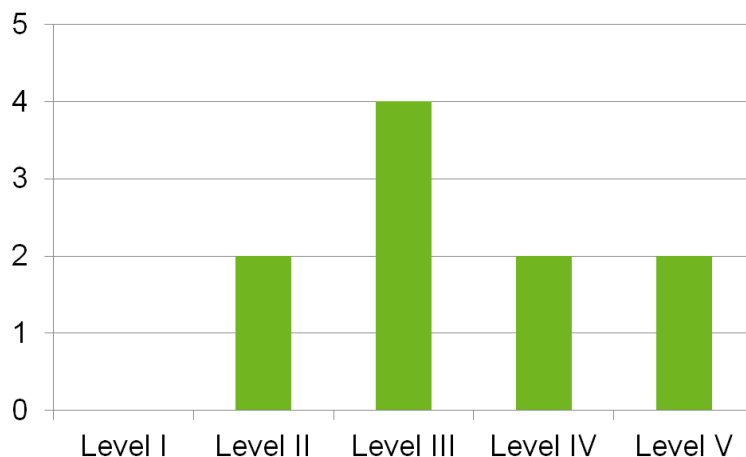
Die nach dem Eliminierungsprozess noch vorhandenen zehn Studien sind in Tabelle 2 angeführt:

<b>Titel</b>	<b>Autoren</b>	<b>Jahr</b>	<b>Journal</b>
Median nerve superficial to the transverse carpal ligament (38)	Amanatulla DF; Gaskin AD; Allen RH	2015	Orthopedics
New technique for reducing fibrosis in recurrent cases of carpal tunnel syndrome (7)	Nassar WA, Atiyya AN	2014	Hand Surgery
Perforator-based radial forearm fascial flap for management of recurrent carpal tunnel syndrome (39).	Mahmoud M, El Shafie S, Coppola EE, Elfar JC	2013	The Journal of Hand Surgery
Revision surgery for persistent and recurrent carpal tunnel syndrome and for failed carpal tunnel release (27)	Jones NF, Ahn HC, Eo S	2012	Plastic and Reconstructive Surgery
Management of distal traumatic median nerve painful neuromas and of recurrent carpal tunnel syndrome: hypothenar fat pad flap (40)	Tollestrup T, Berg C, Netscher D	2012	Journal of Hand Surgery
Revision Surgery after ct-Release Using a Posterior Interosseous Artery Island Flap (41)	Vögelin E, Bignion D, Constantinescu M, Büchler U	2008	Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie

Reoperations for CTS because of recurrence or for correction (25)	Assmus H, Dombert T, Staub F	2006	Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie
Revision surgery after carpal tunnel release-- analysis of the pathology in 200 cases during a 2 year period (42)	Stütz N, Gohritz A, van Schoonhoven J, Lanz U	2006	Journal of Handsurgery
Management of true recurrent carpal tunnel syndrome: is it worthwhile to bring vascularized tissue (43)	Duclos L, Sokolow C	1998	Chirurgie de la Main
The incidence of recurrence after endoscopic carpal tunnel release (6)	Concannon MJ, Brownfield ML, Puckett CL	2000	Plastic and Reconstructive Surgery

**Tabelle 2: final inkludierte Studien**

Diese Studien wurden nach den in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebenen Kriterien in Evidenzlevel eingeteilt. Dadurch ergaben sich zwei Studien mit Evidenzlevel II sowie vier Publikationen mit Level III, zwei Publikationen mit Level IV und ebenfalls zwei Arbeiten mit Evidenzlevel V. Im Dataset war keine Level I Studie enthalten. Die Verteilung der Evidenzlevel ist in Abbildung 9 veranschaulicht.



**Abbildung 9: Verteilung der Evidenzlevel**

## 5.2 Studiendesign

Die Studiendesigns der zehn Arbeiten zeigten in dieser Evaluierung ein äußerst heterogenes Bild. Unter den Publikationen befanden sich zwei Fallserien mit acht und fünfzig inkludierten Händen, eine Fallstudie einer Patientin mit bilateral voroperiertem KTS, zwei prospektive und vier retrospektive Studien, sowie eine Expertenmeinung zu einem Fettschichtlappen.

Wegen der verschiedenen Studiendesigns und auch unterschiedlichen Anzahl der inkludierten Patienten und Patientinnen, war es uns nicht möglich, alle Daten in einer aussagekräftigen Metaanalyse zusammen zu fassen.

## 5.3 Inkludierte Hände – Geschlechterverteilung

Die Parameter der inkludierten Hände und des Geschlechts wurden evaluiert, um eine Aussage bezüglich der Geschlechterverteilung und der allgemeinen Aussagekräftigkeit der Studien tätigen zu können. Hinsichtlich der Studienpopulation und der Geschlechterverteilung waren kaum Übereinstimmungen zu finden, da nahezu jede Arbeit eine andere Anzahl an inkludierten Händen enthielt. Die Zahlen variierten zwischen einer Patientin im Rahmen einer Fallstudie bis hin zu 200 inkludierten Händen bei retrospektiven Studien. In allen Arbeiten war jedoch im PatientInnenkollektiv ein deutlicher Überhang von Patientinnen festzustellen. Auch die Fallstudie von Amanatullah (38) bezog sich auf eine Patientin. Die genaue Auflistung ist nachstehender Tabelle 3 zu entnehmen.

<b>Artikel</b>	<b>Patienten/- innen gesamt</b>	<b>weiblich</b>	<b>männlich</b>
Amanatullah; orthopaedics; 2015 (38)	1	1	-
Nassar; hand surgery; 2014 (7)	14	11	3
Mahmoud; JHS Am; 2013 (39)	8	6	2
Jones; PRS; 2012 (27)	50	29	21
Tollestrup; JHS Am; 2012 (40)	Literaturrecherche		
Vögelin; HaMiPla; 2008 (41)	14	8	6
Assmus; HaMiPla; 2006 (25)	57	37	20

Stütz; JHS Br; 2006 (42)	200	140	60
Duclos; Chir main,1998 (43)	13	?	?
Concannon; PRS; 2000 (6)	191	?	?

**Tabelle 3: inkludierte Patienten/-innen**

#### **5.4 Wiederkehrende Symptome**

Da wiederkehrende Symptome in engem Zusammenhang mit der Begriffsdefinition des Rezidivs stehen, wurden diese genau evaluiert. Es zeigte sich ein sehr uneinheitliches Bild, aus dem keine klaren Schlüsse gezogen werden konnten, da die Symptome sowohl prä- als auch postoperativ stark variierten. Es lässt sich zwar abgrenzen, welche Symptome in Zusammenhang mit einem KTS stehen wie im allgemeinen Teil beschrieben, jedoch ist jeder/jede Patient/-in individuell zu betrachten.

Ein Gefühl der Sensibilitätsstörung gehört zu den häufigsten Symptomen im Rahmen dieser Erkrankung. In neun der zehn Studien wurden die Patient/-innen mitunter wegen eines neuerlichen Sensibilitätsverlustes im Versorgungsgebiet des Nervus medianus wieder vorstellig. Nassar (7) erhob in seiner prospektiven Studie vor der zweiten Operation die präoperativen Daten von 14 Patient/-innen, deren Rezidive er operierte. Jeder/Jede einzelne Patient/-in gab Sensibilitätsstörung als Symptom an. Sechs Arbeiten berichteten von nächtlichen Schmerzen, während nur fünf von Parästhesien, als Grund für ein erneutes Konsultieren eines Arztes, sprachen. Somit sind diese beiden Symptome bei knapp der Hälfte aller Patient/-innen vorhanden. In der Studie von Jones (27) mit 50 Patient/-innen wurde angegeben, dass bei 80 % der Studienpopulation die zuvor vorhandenen Symptome wie Schmerzen, verminderte Sensibilität oder Parästhesien nach der Revisionsoperation verschwanden oder eine deutliche Besserung zu beobachten war. Bei 20 % trat keine Besserung der Symptome auf und bei 10 % war sogar eine dritte Operation erforderlich. Er erwähnte auch die Möglichkeit des postoperativen Auftretens völlig neuer Symptome, beispielsweise neuropathische Schmerzen oder Sensibilitätsverlust und Kribbelgefühl in neuen Arealen. Diese wäre seiner Meinung nach mit großer Wahrscheinlichkeit einer iatrogenen Schädigung zuzuschreiben. Damit lässt sich belegen, dass auch der Vergleich zwischen prä- und postoperativen Ergebnissen zwischen den einzelnen Studien nur schwer möglich ist. In der Fallserie von Mahmoud (39) wurde davon berichtet,

dass bei drei von acht Patienten/-innen auch nach der Revisionsoperation Parästhesien persistierten, während die nächtlichen Schmerzen bei allen Patienten/-innen verschwanden. Die genaue Auswertung der Häufigkeit der wiederkehrenden Symptome ist der Abbildung 10 zu entnehmen.

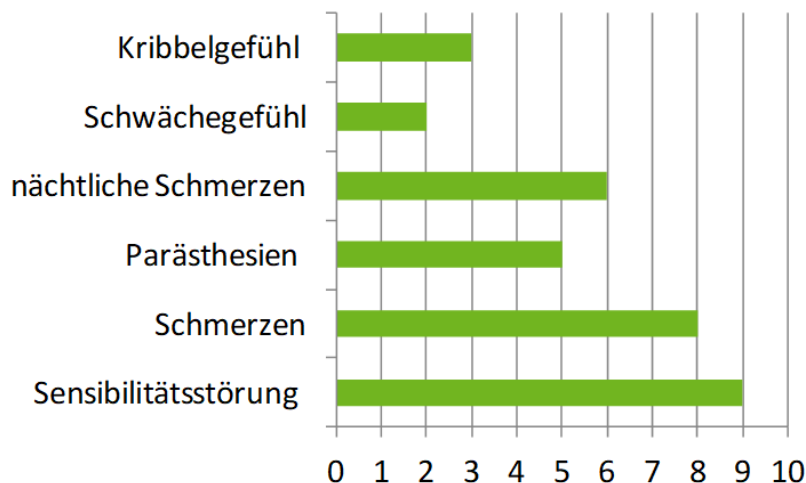


Abbildung 10: Häufigkeit der wiederkehrenden Symptome

## 5.5 Risikofaktoren

Da viele Risikofaktoren zur Entstehung eines KTS beitragen können, stehen diese in Zusammenhang mit der Rezidiventwicklung und wurden daher ebenfalls betrachtet.

Dialyse-Patienten/Patientinnen haben durch eine Amyloidose der Synovia des Epineuriums und der Beugesehnen ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Karpaltunnelsyndroms und damit auch für die Entstehung von Rezidiven. Dieser Zusammenhang wurde zwar nur in einer der zehn evaluierten Arbeiten explizit formuliert, hier jedoch sprach Assmuss (25) in seiner retrospektiven Studie mit 57 Händen davon, dass Dialyse bei 27 % seiner Studienpopulation die zweithäufigste Ursache für echte Rezidive sei. Ebenfalls entscheidend für das Outcome der Patienten/Patientinnen ist laut drei eingeschlossenen Studien die Anzahl an Voroperationen. Mahmoud (39) war der Meinung, dass in voroperierten Patienten/Patientinnen das Ergebnis der Revisionsoperation weniger zufriedenstellend sei als in der Erstoperation, weshalb zu häufige Operationen vermieden werden sollten. Hypertrophe Narbenbildung wurde in zwei der zehn Arbeiten und eine massive Fibrose nach Initialoperation in einer Arbeit als Risikofaktor für die Entstehung eines Rezidivs angeführt. Stütz (42) führte eine

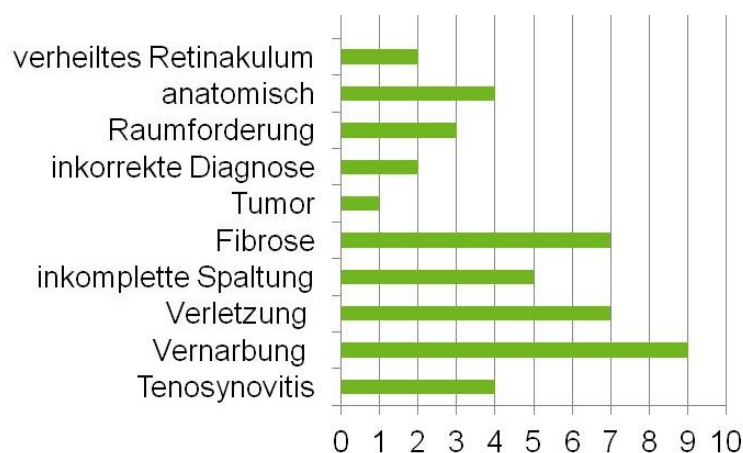
retrospektive Studie mit 200 Händen durch, in welcher 9 % der Studienpopulation bei der Revisionsoperation eine massive Fibrose im Operationsgebiet aufwies. Jones (27) identifizierte in einem seiner 50 Studienpatienten/Studienpatientinnen intraoperativ ein Neurom als Ursache für die Revisionsoperation. Seine Arbeit war die Einzige von zehn Arbeiten, die Neurome als Risikofaktoren ausmachte. In der retrospektiven Studie von Concannon (6) benötigten sechs Patienten/Patientinnen nach endoskopischer Erstoperation eine Revision. Alle sechs wurden als „Krankenstands-Fälle“ identifiziert. Dies wirft die Hypothese auf, dass Patienten/Patientinnen die sich häufiger im Krankenstand befinden als der Durchschnitt, ein erhöhtes Risiko für Rezidive haben, da sie aus den erneuten Symptomen einen Nutzen ziehen könnten und so weiterhin in Krankenstand bleiben könnten.

### **5.6 Gründe für die Revisionsoperation**

Es gestaltete sich schwierig die Revisionsgründe von den Risikofaktoren für KTS abzugrenzen, da die Begriffe teilweise vermischt oder synonym verwendet wurden. Der Faktor „Fibrose“ wurde in der Arbeit von Stütz (42) als Risikofaktor für KTS beschrieben, während in sieben Arbeiten Fibrose als Grund für die Revisionsoperation genannt wurde. Neun Studien machten eine exzessive Vernarbung als Ursache der Revision aus, wobei nur zwei Arbeiten eine hypertrophe Narbenbildung als Risikofaktor identifizierten. In zwei Studien wurde das intraoperative Bild eines verheilten Retinakulums als Grund für die Wiederkehr der Symptome betrachtet. Amanatullah (38) schrieb in seinem Fallbericht von einem offensichtlichen Retinakulum dorsal des N. medianus und bezeichnete dieses als verheiltes Karpalligament. Anatomische Besonderheiten wurden in vier der zehn Arbeiten als Grund für ein Rezidiv genannt. Drei Studien erwähnten Raumforderungen und eine weitere einen Tumor als ursächlich für ein rezidivierendes KTS. Eine inkorrekte Diagnose wurde in zwei Arbeiten als Revisionsgrund genannt. Assmus (25) evaluierte in seiner retrospektiven Studie 57 Patienten und Patientinnen, hinsichtlich der Ursachen für Revisionseingriffe. Er fand heraus, dass bei 59 % seiner Patienten und Patientinnen eine inkomplette Spaltung des Retinakulums die häufigste Ursache einer Revisionsoperation war. Rezidive waren in 27 % vorhanden, während bei 5 % Nervenläsionen gefunden wurden. Unauffällige Befunde in der Revisionsoperation und somit Fehldiagnosen

vor einem Zweiteingriff beschrieb er bei 9 % der Studienpopulation. Zu den Verletzungen wurden auch iatrogen entstandene Schäden gezählt. Vögelin (41) erwähnte in ihrer retrospektiven Studie mit 14 eingeschlossenen Händen, dass in vier Patienten und Patientinnen eine partielle Verletzung des N. medianus in der Voroperation als Ursache für die erneuten Schmerzen gefunden wurde. Tenosynovitis wurde in vier der zehn Arbeiten als Revisionsgrund angeführt, wobei in fünf Studien eine inkomplette Spaltung des Retinakulums der Grund für die Revision war. Nassar (7) exkludierte jene Patienten und Patientinnen mit unvollständiger Spaltung aus seiner Studie, da er dies nicht als Grund eines echten Rezidivs betrachtete.

Die genaue Auswertung der zehn Studien und ihrer Revisionsgründe wurde in der folgenden Abbildung 11 noch einmal bildlich dargestellt. Am häufigsten führten Fibrosen oder Vernarbungen zu einer Revisionsoperation.



**Abbildung 11: Häufigkeit der Revisionsgründe**

## **5.7 Operationstechnik**

In Hinblick auf die Operationstechnik findet sich in der Literatur eine Vielzahl an Meinungen, insbesondere wenn es um den Vergleich zwischen endoskopischem und offenem Zugang geht. So auch bei Concannon (6) der in seiner retrospektiven Studie mit 191 Patienten/-innen die Studienpopulation in eine endoskopisch- und eine offen voroperierte Gruppe unterteilte. In der offen operierten Gruppe von 103 Händen waren keine Rezidive zu finden, während in der „Endoskopie-Gruppe“ von 88 Händen sechs Rezidive auftraten. In der Zusammenfassung schrieb Concannon (6), dass in seiner Studie die Inzidenz der Rezidive nach endoskopischer Karpaltunnelspaltung höher wäre, jedoch erwähnte er auch

Vorteile der endoskopischen Variante. Die Patienten und Patientinnen würden drei Wochen postoperativ weniger Wundschmerzen aufweisen, da die Inzision kleiner sei. Sie würden früher ihren alltäglichen Aufgaben nachkommen können und würden weniger Narbenverhärtungen aufweisen. Laut den Recherchen von Concannon (6) stimmten jedoch viele Forscher überein, dass die endoskopische Technik keine besseren Langzeitergebnisse erzielen würde. Auch Jones (27) bestätigte in seiner Studie die Hypothese, dass offen operierte Patienten und Patientinnen ein minimal besseres Outcome haben würden als endoskopisch operierte. In der offenen Technik wären 90 % der Studienpopulation (n=50) mit der Schmerzverbesserung zufrieden gewesen, während es in der „Endoskopie-Gruppe“ nur 76 % gewesen wären.

Von den zehn evaluierten Arbeiten wurde in vier der endoskopische Zugang und in sieben die offene Operationstechnik als Primäreingriff thematisiert. Die Studie von Assmus (25) befasste sich mit der Mini-open Technik und zwei Arbeiten berichteten über spezielle Lappen zur Revisionsoperation, um ein besseres Gleitlager zu kreieren und weniger Vernarbung zu produzieren. Mahmoud (39) beschrieb einen perforator-basierten Faszienlappen, Tollestrup (40) berichtete von dem Einsatz eines Hypothekar-Fettschichtlappens und Vögelin (41) erwähnte den Einsatz eines posterioren interosseus-Arterien Inzellappens.

### **5.8 Komorbiditäten**

In Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko der Rezidiventwicklung sind systemische Konditionen und Komorbiditäten relevant. Auf diese wurde in den evaluierten Arbeiten nur am Rande eingegangen. Jones (27) analysierte in seiner retrospektiven Studie mit 50 Händen die häufigsten assoziierten, systemischen Konditionen. Diese sind der folgenden Tabelle 4 zu entnehmen.

<b>Komorbidität</b>	<b>PatientInnenanzahl (n=50)</b>
Diabetes	6
rheumatoide Arthritis	6
schnellender Finger	5
Depressionen	2
Schilddrüsenerkrankung	2
Thoracic-outlet Syndrom	1

**Tabelle 4: Komorbiditäten (27)**

In der Arbeit von Nassar (7) wurden alle Patienten und Patientinnen mit einer diabetischen peripheren Neuropathie exkludiert, da er diese als Komorbidität klassifizierte.

Mahmoud (39) inkludierte einen Diabetiker in seine acht-händige Studienpopulation und verglich ihn mit sieben „Nicht-Diabetikern“. Dabei zeigte sich, dass der Diabetiker als einziger Patient bereits dreimal voroperiert wurde - im Gegensatz zur Mehrheit, die erst eine Voroperation hatte. Bei der zweiten und dritten Operation konnte kein symptomfreies Intervall mehr erreicht werden. Die Zufriedenheit war bei diesem Patienten insgesamt am schlechtesten.

### **5.9 Elektrophysiologische Diagnostik**

Mit Ausnahme einer einzigen Studie wurde in allen Arbeiten elektrophysiologische Diagnostik in der präoperativen Untersuchung verwendet. Dies zeigt die immense Wichtigkeit dieser apparativen Diagnostik.

In der retrospektiven Arbeit von Jones (27) mit 50 inkludierten Händen mussten sich alle Patienten und Patientinnen einem präoperativen Assessment unterziehen, welches eine elektrodiagnostische Untersuchung beinhaltete. All seine Patienten und Patientinnen präsentierten sich mit klinischen Symptomen und einer kompromittierten Funktion des Nervus medianus in der Elektrodiagnostik. Jones (27) vertrat die Meinung, dass die Befunde der Nervendiagnostik postoperativ stets mit dem präoperativen Zustand verglichen werden sollten, um so festzustellen, ob die Ergebnisse gleichbleibend, verbessert oder verschlechtert wären. Sollte letzteres der Fall sein, dann könne seiner Meinung nach nur intraoperativ ein iatrogener Schaden am Nerv entstanden sein. Eine Bildgebung mittels Ultraschall oder Magnetresonanztomografie erscheine in seinen Augen bei einer pathologischen Anatomie sinnvoll, absolute Indikationen wurden noch keine festgelegt. Vögelin (41) berichtete in ihrer retrospektiven Studie mit 14 Patienten und Patientinnen davon, dass vor dem Revisionseingriff alle eine elektrophysiologische Untersuchung erhielten. Hier zeigten sich bei allen 14 eine verminderte Nervenleitgeschwindigkeit, ein reduziertes Aktionspotential und eine verzögerte motorische Latenz. Postoperativ wurden nur mehr jene Patienten und Patientinnen mittels elektrophysiologischer Diagnostik evaluiert, welche einen unbefriedigenden Verlauf angaben. Die 13-händige prospektive Studie von Duclos (43) befasste sich ebenfalls mit der Elektrophysiologie der

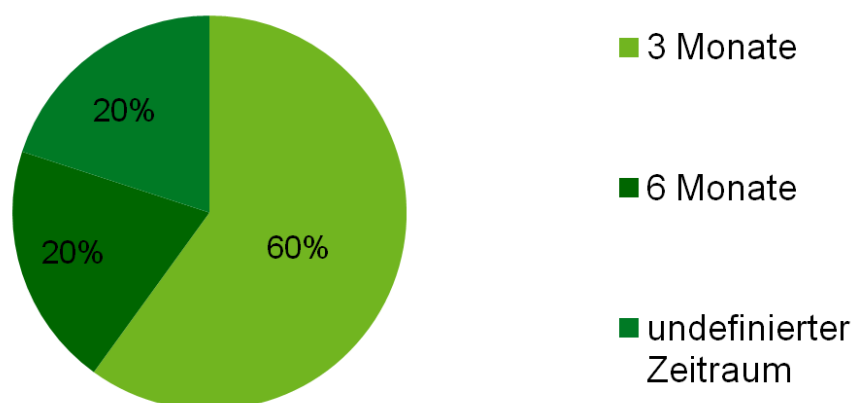
Patienten und Patientinnen. Alle 13 Hände wurden vor der Re-Operation mittels einer NLG-Testung und einem EMG evaluiert. Bei ausnahmslos allen PatientInnenhänden war die Sensitivität und die Motorik des N. medianus abnormal, mit einer verlängerten Latenzzeit und einer verminderten Leitgeschwindigkeit.

### **5.10 Symptomfreies Intervall**

Die Evaluierung dieses Punktes stellt den mit Abstand wichtigsten Teil dieser Arbeit dar, da die Definition eines Rezidivs unweigerlich mit einer Zeitangabe des symptomfreien Intervalls vor Wiederkehr der Symptome verbunden ist. Daher wird im Folgenden auf die exakte Begriffsdefinition des „Rezidivs“ in jeder einzelnen Studie eingegangen.

Amanatullah (38) beschrieb die Begriffsdefinition mit folgenden Worten: „Ein rezidivierendes Karpaltunnelsyndrom wird definiert durch die Wiederkehr der klassischen Symptome, welche durch die elektrophysiologische Diagnostik bekräftigt werden können und nach einem symptomfreien Intervall von zumindest sechs Monaten auftreten.“ Die Arbeit von Nassar (7) orientierte sich an der Begriffsdefinition von Tung und Mackinnon (44), welche besagte, dass es sich erst um ein Rezidiv handle, wenn drei Monate nach der Operation keine Symptome vorliegen würden. Bei Mahmoud (39) wurde der Zeitraum des symptomfreien Intervalls nicht näher zeitlich beschrieben. Er bezeichnete Rezidive als die Wiederkehr von Symptomen nach einem Zeitraum von etlichen Monaten postoperativ, in denen Symptomfreiheit herrschte. In seiner Studienpopulation von acht Patienten und Patientinnen wiesen jedoch alle ein symptomfreies Intervall von mindestens drei Monaten nach der Operation auf. Jones (27) schrieb in seiner Arbeit: „Rezidive werden definiert als Symptome, welche nach einem Minimum von sechs Monaten wiederkehren, nachdem sie nach der Erstoperation komplett verschwunden waren.“ Im Mittelwert betrug das SFI in dem von ihm betrachteten PatientInnenkollektiv ein Jahr und fünf Monate. Die Bandbreite erstreckte sich zwischen drei Monaten und acht Jahren. Der Meinung von Tollestrup (40) nach wären rezidivierende Symptome - nach Monaten der Symptomfreiheit - meist ein Resultat von massiver Vernarbung und einer Nerveneinengung durch Adhäsionen. Der genaue Zeitrahmen lasse sich nicht näher eingrenzen. Die Definition eines Rezidivs laut Vögelin (41) war bei einem postoperativ symptomgebesserten

Intervall von mindestens drei Monaten gegeben. Laut Assmus (25) spreche man nur dann von einem Rezidiv, wenn der/die Patient/Patientin nach dem Ersteingriff für mindestens drei Monate bis hin zu vielen Jahren beschwerdefrei ist. Stütz (42) schrieb in ihrer retrospektiven Studie mit 200 Patienten/Patientinnen, dass Symptome, welche nach einem initialen Schmerznachlass wiederkehren würden, meistens narbenassoziiert wären, da es drei bis sechs Monate dauern würde bis sich eine Narbe formiert und verfestigt habe. Der Zeitraum, in welchem Symptome wiederkehrten, bewegte sich in der Studienpopulation zwischen 15 und 75 Tagen. Die mittlere Zeitspanne zwischen der Spaltung des Karpalkanals und der Re-Operation in der Studie von Duclos (43) lag zwischen 3 und 60 Monaten. In der Studie von Concannon (6) wurde der Begriff des Rezidivs wie folgt definiert: „Ein Rezidiv ist ein dokumentiertes KTS in welchem sich die Symptome postoperativ bessern, aber dann wiederkehren und eine erneute Operation erfordern.“



**Abbildung 12: SFI**

In Summe lässt sich dem Diagramm aus Abbildung 12 (oben) entnehmen, dass sechs der zehn Studien den Zeitraum von drei Monaten als angemessenes SFI erachteten. Zwei Arbeiten legten sechs Monate als Mindestzeitraum zwischen Erst- und Re-Operation fest, während zwei andere Arbeiten diesen Zeitraum nicht mit einer exakten Zeitangabe definierten.

### **5.11 Begriffsdefinition des Rezidivs**

Auf Basis der ausgewerteten Studien wurde folgende Begriffsdefinition formuliert:

*„Ein Rezidiv liegt vor, wenn ein postoperatives symptomfreies Zeitintervall von zumindest drei Monaten existiert bis Patienten und Patientinnen erneut symptomatisch werden.“*

## 6 Diskussion

Die exakte Begriffsdefinition des Rezidivs mit all seinen Teilaspekten ist für eine adäquate Diagnosestellung und die Erstellung eines Behandlungsalgorithmus unerlässlich. In der Literatur zeigt sich Uneinigkeit in der Definition, besonders in Hinblick auf das SFI. Für dieses Zeitintervall werden verschiedenste Zeiträume zwischen 15 Tagen und 12 Jahren angegeben. In dieser systematischen Übersichtsarbeit konnte jedoch mit einer 60 %igen Mehrheit eine einheitliche Begriffsdefinition auf Basis des SFIs festgelegt werden ( $SFI \geq 3$  Monate). Klar davon abzugrenzen ist der Begriff „Symptompersistenz“, bei welcher zu keinem Zeitpunkt ein SFI gegeben ist. „Komplikationen oder Behandlungsfolgen“ die sich im postoperativen Verlauf jedes chirurgischen Eingriffs ergeben können, beispielsweise eine verstärkte Narbenbildung, sind ebenfalls zu differenzieren. Bei näherer Betrachtung der rezidivierenden Symptome fällt auf, dass diese von Patient/-in zu Patient/-in variieren. Es lässt sich zwar ein Pool an möglichen Symptomen für dieses Krankheitsbild und somit auch für Rezidive ausmachen, jedoch ist es individuell, welche Symptome primär vorhanden sind und welche rezidivieren. In der Einleitung sagte Neuhaus: „Die Symptome bei rezidivierendem KTS sind oftmals anders als vor der Operation. Meist stehen sie in Zusammenhang mit einer vermehrten Empfindlichkeit der Narbe und Schmerzen im Operationsgebiet“ (5). Jones (27) sagte, dass neue Symptome nur auftreten würden, wenn der Nerv iatrogen geschädigt wurde. Davon ausgenommen wären laut Mahmoud (39) Parästhesien, diese würden postoperativ für mehrere Monate bestehen bleiben, da sich der geschädigte Nerv langsam erholen würde, während die nächtlichen Schmerzen sofort verschwinden sollten. Diese unterschiedlichen Aussagen verdeutlichen den Umfang an Umständen, die es bei der Diagnosestellung eines Rezidivs in Hinblick auf die Symptome zu berücksichtigen gilt. Es konnte kein allgemein gültiges Konzept gefunden werden, welches festlegt, welche Symptome prä- oder eher postoperativ auftreten, welche einem Rezidiv zuzuschreiben sind oder eher auf Symptompersistenz hindeuten. Daher ist es von enormer Wichtigkeit, die Patienten/-innen umfassend zu evaluieren, bevor die Indikation einer Revisions-Operation gestellt wird. Hier handelt es sich immer um individuelle Einzelfall-Entscheidungen, die Expertise und Erfahrung des Behandelnden erfordert.

Der erste Bericht über die Re-Exploration bei KTS-R wurde 1963 von Paine veröffentlicht (7,45). Seither folgten Studien zu Teilaspekten, die es zu bedenken gilt, wenn man Patienten/-innen mit dieser Erkrankung behandelt. Aktuell gibt es noch keinen gebräuchlichen Behandlungsalgorithmus für Rezidive bei KTS. Assmus (17) hatte 2012 eine Leitlinie zur Diagnostik und Therapie des KTS veröffentlicht, die bis 2017 gültig war und aktuell überarbeitet wird. Diese Leitlinie fand großen Einzug in diese systematische Übersichtsarbeit, in dieser wurde das Thema der Rezidive jedoch nur randständig erwähnt. Fokus dieser Arbeit war nicht die Therapie des KTS-R, sondern die differenzierte Betrachtungsweise der einzelnen Begrifflichkeiten, die erforderlich ist, um im Anschluss eine adäquate Therapieentscheidung treffen zu können. Diese unterscheidet sich bei der Symptompersistenz wesentlich von der eines Rezidivs. Im Falle der Persistenz lautet die Empfehlung, sich von einem ausgebildeten Handchirurgen behandeln zu lassen, welcher über die nötige Erfahrung und Expertise einer Revisionsoperation verfügt. Wenn es sich um ein Rezidiv gemäß der zuvor festgelegten Definition handelt, ist das weitere Vorgehen als komplexer einzustufen. Es gilt zu Beginn die Diagnose mittels klinischer Untersuchung und elektrophysiologischer Diagnostik zu sichern. Im Anschluss ist die Ursache des Rezidivs auszumachen, um ein nachhaltig zufriedenstellendes Ergebnis erzielen zu können. Dafür ist es unerlässlich Risikofaktoren und Komorbiditäten zu erheben, sowie Differentialdiagnosen auszuschließen.

Die Ursachen und die Risikofaktoren für die Entstehung des KTS-R konnten in dieser Arbeit nur schlecht voneinander abgegrenzt werden. Begriffe wie zum Beispiel „Fibrose“ wurde teils in beiden Kategorien genannt, teils nur als Ursache oder nur als Risikofaktor. Uneinigkeit besteht auch bei den Revisionsgründen. In der Arbeit von Stütz (42) wurde ein inkomplett gespaltene Retinakulum bei 54 % der Studienpopulation als Grund eines Rezidivs angeführt. In anderen Arbeiten wurden genau jene Patienten/-innen von Beginn an exkludiert, da es sich nach Ansicht der Autoren nicht um ein echtes Rezidiv handelte (7). Ein ähnliches Bild zeigte sich bei den Komorbiditäten, wo Nassar (7) Diabetiker aus der Studie ausschloss, diese jedoch bei Jones (27) gemeinsam mit rheumatoider Arthritis als häufigste Komorbiditäten bei KTS-R genannt wurden. Die Datenlage zu Komorbiditäten ist noch spärlich und es wird die Durchführung weiterer Studien empfohlen.

Wie in den Ergebnissen dargestellt, ist das weibliche Geschlecht häufiger von einem KTS und auch von Rezidiven betroffen. Dies könnte einem gewissen Selektions-Bias geschuldet sein, betrachtet man die Hypothese, dass das weibliche Geschlecht häufiger medizinische Hilfe in Anspruch nimmt.

Bei der elektrophysiologischen Diagnostik sollten die Ergebnisse immer in Zusammenschau mit den jeweiligen Symptomen und der klinischen Untersuchung betrachtet werden (17). Ein Vergleich zwischen dem prä- und dem postoperativen Untersuchungsergebnis kann nicht nur hinweisgebend für ein Rezidiv sein, sondern auch die Diagnose und Indikationsstellung zur Operation unterstützen. Bezüglich der Operationstechnik konnte in dieser Studie keiner Technik ein Vorteil oder eine Überlegenheit zur Vermeidung eines Rezidivs zugeordnet werden. Von den zehn evaluierten Arbeiten wurde in vier der endoskopische Zugang und in sieben die offenen Operationstechnik für den Primäreingriff thematisiert. In Summe ist die offene Technik gebräuchlicher, da diese fundierter ist und einen besseren Überblick über das Operationsgebiet gewährleistet. Bei ausreichender Expertise des Operateurs kann sich jedoch auch das endoskopische Vorgehen als vorteilhaft erweisen, da hierbei die Wundfläche kleiner ist und postoperativ weniger Schmerzen zu erwarten sind. Patienten/-innen die sich nach einem Rezidiv einer erneuten Operation unterziehen, können von den erwähnten Lappenplastiken profitieren, da diese den vorhandenen Gewebsdefekt kompensieren.

Als Schwachpunkt ist zu erwähnen, dass die Literaturrecherche bereits im November 2017 erfolgte und sich die vorliegende Studie somit auch auf den Stand der Wissenschaft zu diesem Zeitpunkt bezieht.

Bei der Gewichtung der vorliegenden Arbeit im Hinblick auf die wissenschaftliche Aussagekraft sind die sehr unterschiedlichen Evidenzlevel der betrachteten Studien, das Fehlen von Level I Studien sowie die sehr heterogenen Studiendesigns und -populationen zu berücksichtigen. Die Anforderung, nur Level I und II Studien in diese Arbeit zu inkludieren, konnte mangels Anzahl an Ergebnissen nicht erfüllt werden. Eine aussagekräftigere Metaanalyse war zwischenzeitlich ergänzend geplant, wurde jedoch aufgrund der unterschiedlichen Studiendesigns sowie der starken Variabilität der Evidenzlevel und der inkludierten Hände als wenig zielführend angesehen und daher nicht durchgeführt.

In einigen Punkten, welche sich mit den weiteren Zusammenhängen eines KTS-R befassen, konnte kein eindeutiges Ergebnis erzielt, sondern lediglich eine Empfehlung abgeleitet werden. Wie beispielsweise in Bezug auf die elektrophysiologische Diagnostik, die wie bereits erwähnt immer in Zusammenschau mit den klinischen Befunden erfolgen sollte, oder das Therapieverfahren der Wahl, welches von der Expertise des Operateurs abhängig ist.

Nichtsdestotrotz, wurde das Ziel dieser Arbeit erreicht und die Forschungsfrage mit dem Hauptfokus auf dem Zeitraum des symptomfreien Intervalls, sowie der Trennung der Begriffe „Rezidiv“ und „Persistenz“ erfolgreich beantwortet.

## 7 Zusammenfassung

Das Ziel der Arbeit war es eine konkrete Definition für den Begriff des Rezidivs bei KTS zu finden, da keine einheitliche Definition in der Literatur besteht. Dies beinhaltete in erster Linie eine genaue Zeitangabe zwischen der Erstoperation und dem Wiederkehren der Symptome. Der genaue Zeitraum bis zum Auftreten eines Rezidivs beträgt in der 60-%igen Mehrheit aller evaluierten Arbeiten mindestens drei Monate. Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche zeigte sich jedoch, dass es bei der Begriffsdefinition einiges mehr zu berücksichtigen gilt als einen bloßen Zeitraum. Bis zur Diagnose eines Rezidivs und der Indikationsstellung einer Revisionsoperation muss eine umfangreiche Abklärung erfolgen. In dieser gilt es sämtliche erwähnten Teilaspekte zu berücksichtigen.

Am Ende dieser Arbeit konnte folgender Schluss gezogen werden: Wenn es postoperativ zu keiner dauerhaften Besserung der anfänglichen Symptomatik kommt, ist eine Re-Evaluierung und gegebenenfalls eine Revisionsoperation nötig. Hierbei gilt die Unterscheidung von Rezidiven ( $SFI \geq 3$  Monate) und Persistenz (kein SFI). Die elektrophysiologische Diagnostik sollte ausschließlich in Zusammenschau mit der klinischen Untersuchung verwendet und stets im Vergleich zum präoperativen Setting gesehen werden. Auch Differentialdiagnosen dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Die richtige Operations-Technik liegt in den Händen des jeweiligen Operateurs und dessen Expertise, Erfahrung und Spezialisierung.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Olney RK. Carpal tunnel syndrome: Complex issues with a simple condition. *Neurology*. 2001 Jun 12;56(11):1431–2.
2. Botte MJ, von Schroeder HP, Abrams RA, Gellman H. Recurrent carpal tunnel syndrome. *Hand clinics*. 1996 Nov;12(4):731–43.
3. von Schroeder HP, Botte MJ. Carpal tunnel syndrome. *Hand clinics*. 1996 Nov;12(4):643–55.
4. Jablecki CK, Andary MT, So YT, Wilkins DE, Williams FH, Williams FH. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electromyography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome. AAEM Quality Assurance Committee. *Muscle & nerve*. 1993 Dec;16(12):1392–414.
5. Neuhaus V, Christoforou D, Cheriyan T, Mudgal CS. Evaluation and Treatment of Failed Carpal Tunnel Release. *Orthopedic Clinics of North America*. 2012 Oct;43(4):439–47.
6. Concannon MJ, Brownfield ML, Puckett CL. The incidence of recurrence after endoscopic carpal tunnel release. *Plastic and reconstructive surgery*. 2000 Apr;105(5):1662–5.
7. Nassar WAM, Atiyya AN. New technique for reducing fibrosis in recurrent cases of carpal tunnel syndrome. *Hand surgery : an international journal devoted to hand and upper limb surgery and related research : journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*. 2014 Jan;19(3):381–7.
8. Padua L, Coraci D, Erra C, Pazzaglia C, Paolasso I, Loreti C, et al. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *The Lancet Neurology* Nov, 2016 p. 1273–84.
9. Henne-Bruns D, Barth E. *Chirurgie*. 4. aktuali. Stuttgart: Thieme; 2012. 1297 p.
10. Anderhuber F, Pera F, Streicher J. *Waldeyer Anatomie des Menschen*. 19. Auflag. Berlin: De Gruyter; 2012.
11. Bommas-Ebert U, Teubner P, Voss R. *Kurzlehrbuch Anatomie*. 3. Auflage. Georg Thieme Verlag; 2011. 496 p.
12. Bekkelund SI, Pierre-Jerome C. Does carpal canal stenosis predict outcome

- in women with carpal tunnel syndrome? *Acta neurologica Scandinavica*. 2003 Feb;107(2):102–5.
13. Bleecker ML, Bohlman M, Moreland R, Tipton A. Carpal tunnel syndrome: role of carpal canal size. *Neurology*. 1985 Nov;35(11):1599–604.
  14. Donato G, Galasso O, Valentino P, Conforti F, Zuccalà V, Russo E, et al. Pathological findings in subsynovial connective tissue in idiopathic carpal tunnel syndrome. *Clinical neuropathology*. 28(2):129–35.
  15. Padua L, Aprile I, Caliandro P, Carboni T, Meloni A, Massi S, et al. Symptoms and neurophysiological picture of carpal tunnel syndrome in pregnancy. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2001 Oct;112(10):1946–51.
  16. Brüske J, Bednarski M, Grzelec H, Zyluk A. The usefulness of the Phalen test and the Hoffmann-Tinel sign in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Acta orthopaedica Belgica*. 2002 Apr;68(2):141–5.
  17. Assmus H., Antoniadis G., Bischoff C., Scheglmann K., Schwerdtfeger K., Towfigh H., et al. Diagnostik und Therapie des Karpaltunnelsyndroms. 2012.
  18. Delank HW, Gehlen W, Berlit P, Heisel J. Elektroneurographie (ENG) | DocMedicus Gesundheitslexikon. 2007.
  19. Towfigh H., Hierner R, Langer M, Friedl R. *Handchirurgie*. Springer Berlin Heidelberg; 2011.
  20. Dididze M, Sherman A I. Pronator Teres Syndrome. *StatPearls*. 2019.
  21. Birklein Frank. Diagnostik und Therapie komplexer regionaler Schmerzsyndrome (CRPS). 2018.
  22. Seifert S, Sebesta P, Klenske M, Esche M. Thoracic-Outlet-Syndrom. *Zentralblatt für Chirurgie - Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie*. 2017 Mar 16;142(01):104–12.
  23. O'Connor D, Marshall SC, Massy-Westropp N, Pitt V. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2003 Jan 20;(1):CD003219.
  24. Martin CH, Seiler JG, Lesesne JS. The cutaneous innervation of the palm: An anatomic study of the ulnar and median nerves. *The Journal of Hand Surgery*. 1996 Jul;21(4):634–8.
  25. Assmus H, Dombert T, Staub F. Rezidiv- und Korrekturingriffe beim Karpaltunnelsyndrom. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie*.

- 2006 Oct;38(5):306–11.
26. Datfar T. Standards in der Therapie des Karpaltunnelsyndroms. Vol. 59, Plastic and reconstructive surgery. 2014.
  27. Jones NF, Ahn HC, Eo S. Revision surgery for persistent and recurrent carpal tunnel syndrome and for failed carpal tunnel release. Plastic and reconstructive surgery. 2012 Mar;129(3):683–92.
  28. Agee JM, Peimer CA, Pyrek JD, Walsh WE. Endoscopic carpal tunnel release: A prospective study of complications and surgical experience. The Journal of Hand Surgery. 1995 Mar;20(2):165–71.
  29. Gürpınar T, Polat B, Polat AE, Carkçı E, Kalyenci AS, Oztürkmen Y. Comparison of open and endoscopic carpal tunnel surgery regarding clinical outcomes, complication and return to daily life: A prospective comparative study. Pakistan Journal of Medical Sciences. 2019 Oct 5;35(6):1532–7.
  30. Schmelzer RE, Della Rocca GJ, Caplin DA. Endoscopic carpal tunnel release: a review of 753 cases in 486 patients. Plastic and reconstructive surgery. 2006 Jan;117(1):177–85.
  31. Huemer GM, Koller M, Pachinger T, Dunst KM, Schwarz B, Hintringer T. Postoperative splinting after open carpal tunnel release does not improve functional and neurological outcome. Muscle & Nerve. 2007 Oct;36(4):528–31.
  32. Cook AC, Szabo RM, Birkholz SW, King EF. Early Mobilization Following Carpal Tunnel Release. Journal of Hand Surgery. 1995 Apr 29;20(2):228–30.
  33. Leit ME, Weiser RW, Tomaino MM. Patient-reported outcome after carpal tunnel release for advanced disease: a prospective and longitudinal assessment in patients older than age 70. The Journal of Hand Surgery. 2004 May;29(3):379–83.
  34. Sanz J, Lizaur A, Campo FS DEL. Postoperative Changes of Carpal Canal Pressure in Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Study with Follow-Up of 1 Year. Journal of Hand Surgery. 2005 Dec 29;30(6):611–4.
  35. Reale F, Ginanneschi F, Sicurelli F, Mondelli M. Protocol of outcome evaluation for surgical release of carpal tunnel syndrome. Neurosurgery. 2003 Aug;53(2):343–50; discussion 350-1.
  36. Wardlaw J. How to write a paper - systematic review [Internet]. Advice on

- how to write a systematic review. 2010. p. 1–12.
37. ASPS Evidence Rating Scales.
  38. Amanatullah DF, Gaskin AD, Allen RH. Median Nerve Superficial to the Transverse Carpal Ligament. *Orthopedics*. 2015 Jan 1;38(1):e72–4.
  39. Mahmoud M, El Shafie S, Coppola EE, Elfar JC. Perforator-based radial forearm fascial flap for management of recurrent carpal tunnel syndrome. *The Journal of hand surgery*. 2013 Nov;38(11):2151–8.
  40. Tollestrup T, Berg C, Netscher D. Management of distal traumatic median nerve painful neuromas and of recurrent carpal tunnel syndrome: hypothenar fat pad flap. *The Journal of hand surgery*. 2010 Jun;35(6):1010–4.
  41. Vögelin E, Bignon D, Constantinescu M, Büchler U. [Revision surgery after carpal tunnel release using a posterior interosseous artery island flap]. *Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie : Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefässe : Organ der V*. 2008 Apr;40(2):122–7.
  42. Stütz N, Gohritz A, van Schoonhoven J, Lanz U. Revision surgery after carpal tunnel release--analysis of the pathology in 200 cases during a 2 year period. *Journal of hand surgery (Edinburgh, Scotland)*. 2006 Feb;31(1):68–71.
  43. Duclos L, Sokolow C. Management of true recurrent carpal tunnel syndrome: is it worthwhile to bring vascularized tissue? *Chirurgie de la main*. 1998;17(2):113–7; discussion 118.
  44. Tung THH, Mackinnon SE. Secondary Carpal Tunnel Surgery. In: *Carpal Tunnel Syndrome*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2001. p. 307–18.
  45. Paine KW. The carpal tunnel syndrome. *Canadian journal of surgery Journal canadien de chirurgie*. 1963 Oct;6:446–9.

## **8.1 Abbildungen**

9. Henne-Bruns D, Barth E. Chirurgie. 4. aktuali. Stuttgart: Thieme; 2012. 1297 p.
11. Bommas-Ebert U, Teubner P, Voss R. Kurzlehrbuch Anatomie. 3. Auflage. Georg Thieme Verlag; 2011. 496 p.
26. Datfar T. Standards in der Therapie des Karpaltunnelsyndroms. Vol. 59, Plastic and reconstructive surgery. 2014.
27. Jones NF, Ahn HC, Eo S. Revision surgery for persistent and recurrent carpal tunnel syndrome and for failed carpal tunnel release. Plastic and reconstructive surgery. 2012 Mar;129(3):683–92.
29. Gürpınar T, Polat B, Polat AE, Carkçı E, Kalyenci AS, Oztürkmen Y. Comparison of open and endoscopic carpal tunnel surgery regarding clinical outcomes, complication and return to daily life: A prospective comparative study. Pakistan Journal of Medical Sciences. 2019 Oct 5;35(6):1532–7.
37. ASPS Evidence Rating Scales.

# Anhang – Fragebogen

## Definition eines Karpaltunnelsyndrom Rezidivs – eine systematische Literaturrecherche

### 1. title

....

### 2. author

### 3. year

### 4. journal

### 5. availability

- abstract  full text

### 6. type of article

- meta analysis  case study  
 cohort studies  case report  
 randomized controlled trial  systematic review  
 prospective study

### 7. number of patients included

- male: ....  female: ....  
 total: ....

### 8. level of evidence

- Level I: high quality randomized trial or prospective study  
 Level II: lesser quality RCT, prospective comparative study, retrospective study  
 Level III: case control study, retrospective comparative study, systematic review of level III studies  
 Level IV: case series, case control study  
 Level V: expert opinion, case report

### 9. time till recurrence

- 1 month  more than 1 year  
 2 months  more than 2 years  
 3 months  more than 3 years  
 4 months  more than 4 years  
 5 months  more than 5 years  
 6 months  more than 6 years  
 7 months  more than 7 years  
 8 months  more than 8 years  
 9 months  more than 9 years  
 10 months  more than 10 years  
 11 months  others: .... years  
 12 months

### 10. recurrent symptoms

- numbness in the median nerve distribution  nighttime pain  
 pain in the hand and wrist  nighttime paresthesias  
 weakness  tingling  
 others  not documented

### 11. riskfactors

- worker compensation claims  neuroma  
 fibrosis  severe preoperative sensory deficit  
 experience  hypertrophic scar formation  
 number of previous surgeries  others .....

### 12. causes for revision

- tenosynovitis  scarring  
 injury  incomplete release  
 fibrosis  tumor  
 incorrect diagnosis  space occupying lesion  
 anatomic  others.....  
 not documented

### 13. OP technique

- standard  mini open  
 endoscopic  transverse  
 others .....

### 14. co morbidities

- rheumatoid arthritis  diabetes  
 thoracic outlet syndrome  thyroid problems  
 gout  peripheral neuropathy  
 trigger finger  anxiety/depression  
 incomplete spinal cord injury C3/C4  no co morbidities  
 others .....

### 15. EMG confirmed recurrence

- yes  no  
 not documented

### 16. Age men

- < 30 y  30-50 y  
 50-70 y  > 70 y  
 not documented

### 17. Age women

- < 30 y  30-50 y  
 50-70 y  > 70 y  
 not documented

### 18. exact definition

....