

Aus der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie
Vivantes Humboldt-Klinikum

DISSERTATION

Das Karpaltunnelsyndrom
Ergebnisse der offenen Karpaltunnelspaltung in der
Kurzschnitttechnik

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Hendrik Issaian

aus Teheran

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. R. Letsch
2. Priv.-Doz. Dr. med. habil. W. Zenker
3. Prof. Dr. med. B. Krapohl

Datum der Promotion: 30.11.2012

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeiner Teil	8
1.1 Einleitung	8
1.1.1 Definition des Karpaltunnelsyndroms	8
1.1.2 Historischer Überblick	8
1.2 Grundlagen	10
1.2.1 Anatomie	10
1.2.1.1 Aufbau und Inhalt des Karpalkanals	10
1.2.1.2 Nervus medianus, Verlauf	12
1.2.1.3 Anatomische Varianten des N. medianus im Karpaltunnelbereich	13
1.2.1.4 Martin-Gruber-Anastomose	14
1.2.1.5 Riche-Cannieu-Verbindung	14
1.2.2 Pathogenese	15
1.2.3 Ätiologie	15
1.2.4 Epidemiologie	16
1.2.4.1 Prävalenz	16
1.2.4.2 Geschlechtsverteilung	16
1.2.4.3 Altersverteilung	17
1.2.4.4 Unilaterales vs. bilaterales CTS	17
1.2.4.5 Genetische Disposition	18
1.2.4.6 Beruf, mechanische Beanspruchung des Handgelenkes	18
1.2.4.7 Mit dem KTS assoziierten Erkrankungen	18
1.2.4.7.1 Chronisch entzündliche Erkrankungen	18
1.2.4.7.2 Systemerkrankungen	19
1.2.4.7.3 Polyneuropathie	19
1.2.4.7.4 Endokrine Erkrankungen	19
1.2.4.7.5 Langzeit-Hämodialyse	19
1.2.4.7.6 Tendovaginitis stenosans	20
1.2.4.7.7 Adipositas	20
1.2.4.7.8 Schwangerschaft und hormonelle Veränderungen	21
1.2.4.7.9 Andere raumfordernde Ursachen	21
1.2.4.7.10 Posttraumatisches Karpaltunnelsyndrom	22

1.3 Klinik des Karpaltunnelsyndroms	22
1.3.1 Anamnestische Angaben	22
1.3.1.1 Sensibilität	22
1.3.1.2 Schmerzen	22
1.3.1.3 Motorik	22
1.3.1.4 Trophik	23
1.3.1.5 Atrophie	23
1.4 Diagnostik	24
1.4.1 Klinische Tests	24
1.4.1.1 Provokationstests	24
1.4.1.1.1 Hoffmann-Tinel-Zeichen	24
1.4.1.1.2 Test nach Phalen	25
1.4.1.1.3 Extensionstest nach Brain	26
1.4.1.1.4 Flaschentest nach Luethi	26
1.4.2 Elektrophysiologische Untersuchungen	27
1.4.3 Bildgebende Diagnostik	27
1.4.3.1 Röntgen	28
1.4.3.2 CT	28
1.4.3.3 MRT	28
1.4.3.4 Sonographie	29
1.5 Differentialdiagnose	29
1.6 Therapie des Karpaltunnelsyndroms	30
1.6.1 konservative Therapie	31
1.6.1.1 Schienen/Handgelenkbandagen	31
1.6.1.2 Lokale Kortikosteroid-Injektion, orale Kortikoid-Medikation	32
1.6.1.3 Medikamentöse Therapien	32
1.6.1.4 Physikalische Maßnahmen, Ultraschallbehandlung, Lasertherapie, Magnettherapie	32
1.6.2 operative Therapie	33
1.6.2.1 Operationsindikation	33
1.6.2.2 Anästhesieverfahren	33
1.6.2.3 Operative Methoden	34
1.6.2.3.1 Offene Operationen	34
1.6.2.3.2 Endoskopische OP	37

Biportale Technik nach Chow	37
Monoportale Technik nach Agee	38
1.7 Nachbehandlung	39
1.8 Postoperativer Verlauf	39
1.9 Komplikationen	39
1.9.1 Persistierendes KTS	40
1.9.2 Rezidive	40
1.9.3 Schmerzhaftige Narbe	40
1.9.4 Thenar- und Hypothenarschmerzen (pillar pain)	40
1.9.5 Nervenverletzungen	41
1.9.6 Kraftminderung	41
1.9.7 Wundheilungsstörung-Wundinfektion	42
1.9.8 Sehnen- und Gefäßverletzungen	42
1.9.9 Das Komplexe Regionale Schmerzsyndrom (CRPS)	42
1.9.10 Ringbandstenosen nach Karpaltunnelspaltung	43
1.10 Revisionseingriffe	43
2. Zielsetzung der folgenden Arbeit	44
3. Patientengut	
3.1 Geschlechtsverteilung	44
3.2 Altersverteilung	44
3.3 Seitenverteilung	46
3.4 Beschwerdedauer	47
3.5 Präoperative subjektive Beschwerden und Befunde	47
3.6 Präoperative klinische Untersuchungen	48
3.6.1 Hoffmann-Tinel Zeichen	49
3.6.2 Phalen- Zeichen	49
3.7 Thenaratrophie	49
3.8 Neurophysiologische Untersuchung	50
3.9 Begleiterkrankungen des Karpaltunnelsyndroms	51
3.10 Assoziierte Erkrankungen mit dem KTS	51
4. Methodik	52
4.1 Erhebungsbogen-Aktenauswertung	52
4.2 Fragebogen – Boston questionnaire.	55
4.3 Operation	57

4.3.1 Operationsindikation	57
4.3.2 Anästhesieverfahren	57
4.3.3 Operationstechnik und –durchführung	57
4.3.4 Nachbehandlung	60
5. Nachuntersuchungsergebnisse	61
5.1 Subjektive Beschwerden	61
5.2 Klinische Untersuchungen	61
5.2.1 Hoffmann-Tinel-Test	61
5.2.2 Phalen-Test	62
5.3 Thenaratrophie	62
5.4 Neurophysiologische Nachuntersuchung	63
5.5 Komplikationen	65
5.6 Rezidiv	65
5.7 Patientenzufriedenheit	65
6. Diskussion	67
7. Zusammenfassung	75
8. Literaturverzeichnis	76
9. Danksagung	86
10. Lebenslauf	87

Meinen lieben Eltern
Matevos und Arevhat

und meiner lieben Ehefrau und lieben Kindern
Elizabeth, Andranik und Haik

1. Allgemeiner Teil

1.1 EINLEITUNG

1.1.1 Definition des Karpaltunnelsyndroms

Das Karpaltunnelsyndrom ist eine Neuropathie des N. medianus als Folge einer Kompression im Bereich des Karpaltunnels. Das Karpaltunnelsyndrom ist das häufigste Nervenkompressionssyndrom (Luchetti und Amadio 2007, Pfeffer et al. 1988).

1.1.2 Historischer Überblick

1854 berichtete Sir James Paget über zwei Patienten:

Der eine wies nach Colles-Fraktur mit vermehrter Callusbildung, der andere nach Kompression des Handgelenkes mit einem Seil, eine posttraumatische Medianusneuritis auf. Ein Patient wurde mit Amputation behandelt, der andere erhielt eine Schienung (Ruhigstellung des Armes).

1880 berichtete Putnam bei 37 Patienten über die typischen nächtlichen Sensibilitätsstörungen, führte die Symptomatik allerdings auf eine Durchblutungsstörung des N. medianus zurück (Putnam 1888).

Marie und Foix haben 1913 erstmals die Bedeutung des Lig. carpi transversum für die Entstehung einer Kompression des N. medianus bei Patienten mit Thenaratrophy beschrieben. Sie führten eine Autopsie bei einem 80jährigen durch und entdeckten ein Pseudoneurom des N. medianus. Sie postulierten, dass im Falle einer rechtzeitigen Spaltung des Retinakulum flexorum die Entwicklung des Pseudoneuroms gestoppt gewesen wäre und schlugen erstmalig die Spaltung des Retinakulum vor (Marie und Foix 1913).

Die Empfehlungen von Marie und Foix fanden jedoch keine Beachtung. Bis in die 40er Jahre wurden aufgrund der Theorie von Keen, die eine Kompression der Plexus brachialis als Ursache der Beschwerden sah, die Resektionen der ersten Rippe in den USA sehr beliebt und mehrfach durchgeführt (Keen 1907).

Die erste Spaltung des Lig. carpi transversum wird Learmonth 1933 zugeschrieben. Es

besteht jedoch ein Schriftwechsel, nach dem die erste Operation bereits 1924 von Herbert Galloway erfolgte (Amadio 1995).

Cannon und Love führten 1946 die ersten frühen operativen Dekompressionen des N. medianus im Karpaltunnel durch und beschrieben die OP-Technik akkurat (Cannon und Love 1946).

Durch Phalen (1950, 1966 und 1981) wurde die Diagnostik und Behandlung des Karpaltunnelsyndroms bekannt. Phalen beschrieb die Erkrankung ausführlich und veröffentlichte Ergebnisse mehrerer Hunderte von Operationen. Durch Phalen kam eine Systematik in die Diagnostik und operative Therapie. Er wird daher auch als „Vater des Karpaltunnelsyndroms“ bezeichnet (Assmus 2003).

Gilliat beschrieb 1958 die elektrophysiologische Untersuchung zur Sicherung der Nervenkompression (Gilliat und Sears 1958).

Okutsu führte 1987 erstmalig die subkutane Spaltung des Lig. carpi transversum unter Zuhilfenahme eines Endoskopes durch (Okutsu et al. 1987).

1989 berichtete Chow über die endoskopische Karpaltunnelspaltung (Chow 1989). Agee etablierte 1992 dieses Verfahren (Agee 1992).

1.2 Grundlagen

1.2.1 Anatomie

1.2.1.1 Aufbau und Inhalt des Karpalkanals

Der Karpaltunnel, Canalis carpi, stellt die Verbindung zwischen Unterarm und Hohlhand dar. Er wird aus den Handwurzelknochen und dem Retinaculum flexorum gebildet. Durch diesen Kanal ziehen die Sehnen der langen Fingerbeuger und der N. medianus durch. Radial wird der Karpalkanal von dem Tuberculum des Os scaphoideum und des Os trapezium begrenzt. Die ulnare Begrenzung bilden das Os pisiforme und der Hamulus ossis hamati. Der Sulcus carpi wird palmarseitig fibrös durch das Ligamentum carpi transversum zum Karpaltunnel ergänzt (Benninghoff und Drenckhahn 2008). Der proximale Rand des Retinaculum flexorum liegt über der proximalen Handwurzelreihe, der distale über den Basen der Ossa metacarpi II-V. Das Retinaculum flexorum ist ca. 22 mm breit und ca. 26 mm lang. Proximal und distal ist es ca. 0,6 mm, in der Mitte aber bis zu 1,6 mm dick. Die Tiefe des Karpalkanals beträgt proximal durchschnittlich 12 mm, distal 13 mm und in der Höhe der Mitte der distalen Karpalknochenreihe 10 mm. Die Fläche des Querschnittes beträgt im proximalen Beginn etwas mehr als 1,6 cm², am distalen Ende 1,7 cm² und in der Mitte durchschnittlich 1,6 cm². Der Kanal hat eine elliptische Form. Die engste Stelle befindet sich ca. 2 cm distal des Einganges. Hier bilden die Karpalknochen eine schmale, tiefe Rinne und das Retinaculum flexorum hat hier seine dickste Stelle (Benini 1974).

Abbildung 1: Transversalschnitt Canalis Carpi. Aus Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen 2010

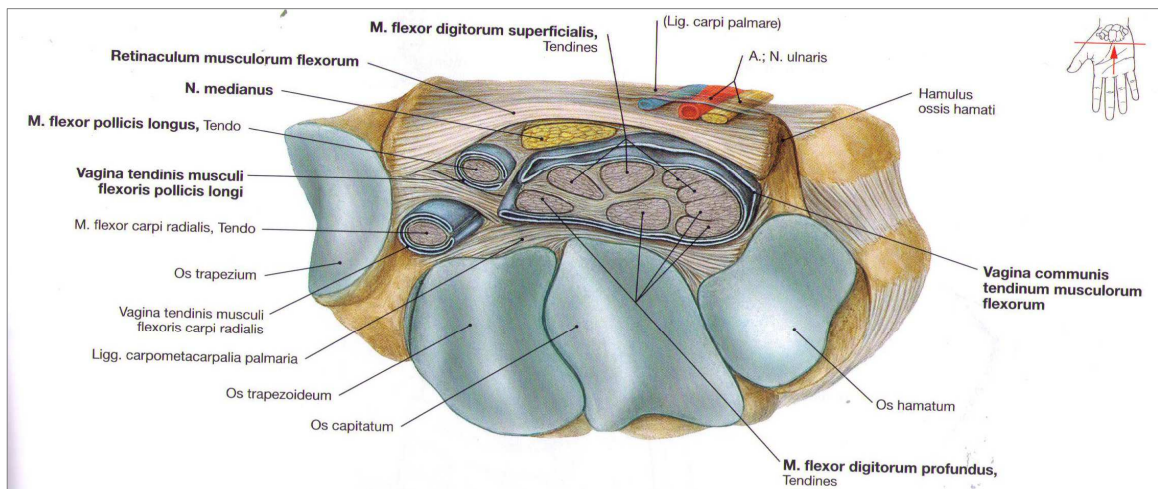
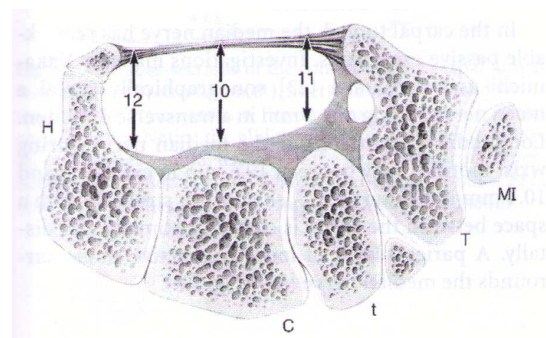
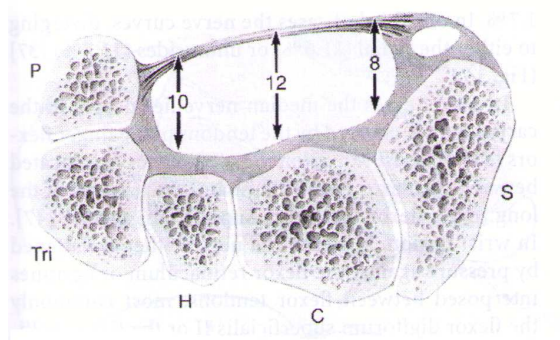


Abbildung 2: Querschnitt durch den Karpalkanal. Aus Luchetti und Amadio 2007

P= Os pisiforme, Tri= Os triquetrum, H= Os Hamatum, C= Os capitatum, t= Os trapezoideum, T=Os trapezium, MI= Os metatarsale pollicis

Tiefe des Karpalkanals im proximalen Anteil

Tiefe des Karpalkanals im distalen Anteil



1.2.1.2 Nervus medianus, Verlauf

Der N. Medianus setzt sich aus einer medialen und einer lateralen Wurzel (diese gehen aus den medialen und lateralen Faszikeln hervor) zusammen. Der Nerv verläuft medialseitig im Oberarm im Sulcus bicipitalis medialis. Im Oberarm gibt er keine Äste ab. Nachdem er von medial in die Ellenbeuge zieht, tritt er zwischen den beiden Köpfen des Pronator teres hindurch und verläuft im Unterarm zwischen den oberflächlichen und Tiefen Flexoren bis zum Handgelenk. Am Unterarm innerviert er die gesamten Beugemuskeln mit Ausnahme von M. flexor carpi ulnaris und ulnarem Anteil des M. flexor digitorum profundus. Die Rami musculares versorgen die Mm. pronator teres, flexor carpi radialis, palmaris longus und flexor digitorum superficialis. Proximal des Handgelenkes liegt der N. medianus oberflächlich zwischen dem M. flexor carpi radialis und M. palmaris longus und kann hier bei Schnittverletzungen leicht getroffen werden. Im Handgelenkbereich tritt der N. medianus durch den Karpaltunnel (canalis carpi) zwischen den Fingerbeugesehnen und zieht bis zur Hohlhand. Hier zweigt er sich in drei Nn. digitales palmares communes auf. Diese teilen sich nach Abgabe der motorischen Äste für die Thenarmuskeln (mit Ausnahme des M. adductor pollicis und des tiefen Kopfes des Flexor pollicis brevis) und die Lumbricales I und II, sowie die R. communicans (Verbindung zum N. digitalis communis IV des N. ulnaris) in sieben Nn. digitales palmares proprii, die neben der Volarseite des I.-III. Fingers und der radialen Seite des IV. Fingers auch die Dorsalseite der Endglieder des II.-IV. Fingers versorgen (Benninghoff und Drenckhahn 2008).

Abbildung 3: Nerven- und Gefäßversorgung der Hand. Aus Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen 2010

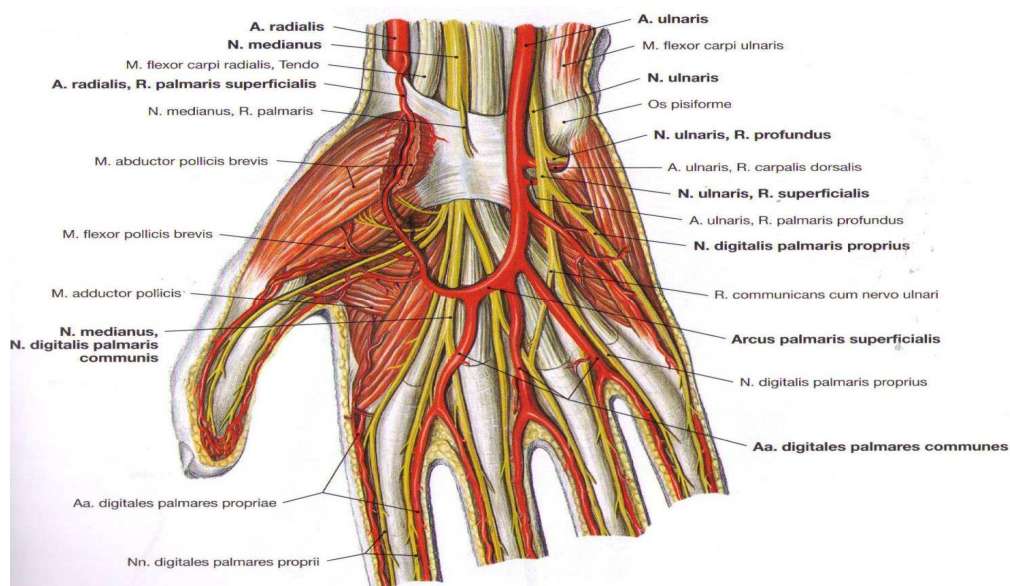
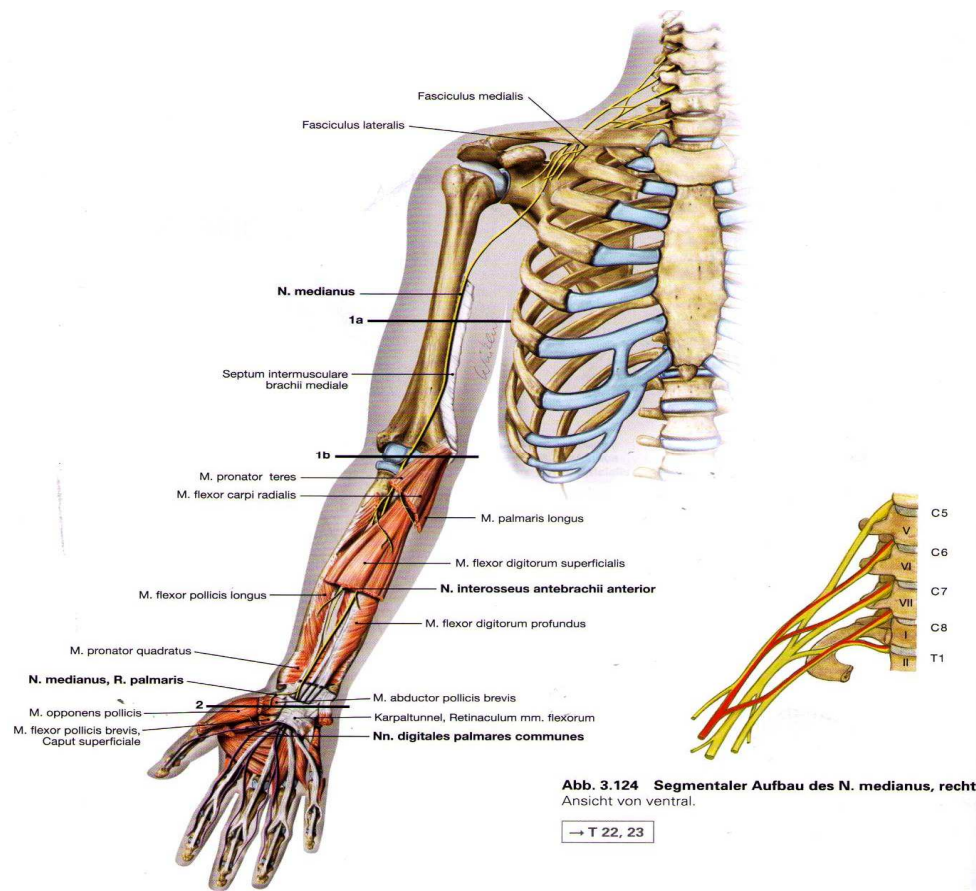


Abbildung 4: Verlauf und Versorgungsgebiet des N. medianus. Aus Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen 2010



1.2.1.3 Anatomische Varianten des N. medianus im Karpaltunnelbereich

Lanz unterteilt die Variationen des N. medianus in vier Gruppen (Lanz 1977):

Gruppe I. Abzweigsverhalten des R. thenaris:

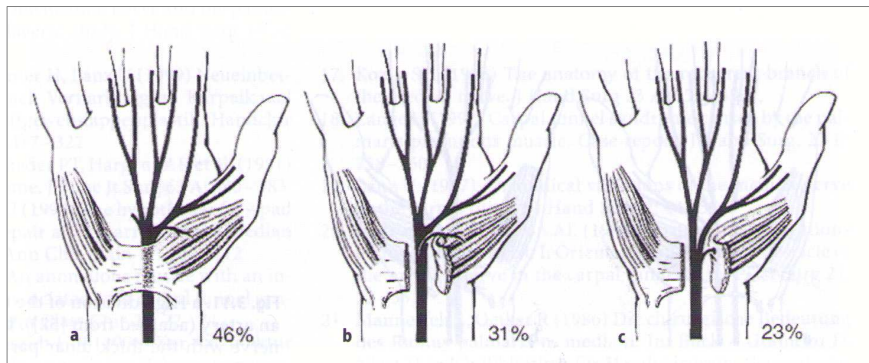
1. extraligamentär 46%
2. subligamentär 31%
3. transligamentär 23%

Gruppe II. Akzessorische Äste des N. medianus im distalen Teil des Karpaltunnels (7.2%), u.a. echte Doppelungen (selten) und dünne sensible Äste

Gruppe III. besteht in 2.8% aus einer hohen Teilung des N. medianus. Der radiale Anteil verläuft in diesen Fällen in einen eigenständigen Kanal im Retinakulum.

Gruppe IV. umfasst die akzessorische Äste, die proximal des Karpaltunnels den N. medianus verlassen (1.6%).

Abbildung 5: Abzweigungsvariationen des Ramus thenaris (Lanz 1977)



Die Mehrzahl der Äste gehen radial oder palmarseitig von dem N. medianus ab, so dass bei der Operation die Verletzungsgefahr durch ein ulnarseitigen Angehen minimiert wird.

Takami berichtet von einer Teilung des N. medianus im distalen Drittel des Unterarms, wobei die 2 Äste des N. medianus durch separate Kompartimente durch das Ligamentum carpi palmare ziehen. Die Dekompression der beiden Äste war erforderlich (Takami et al. 2001).

1.2.1.4 Martin-Gruber-Anastomose

Ein Ramus communicans verbindet in 15-20% das sensible Versorgungsgebiet des N. medianus mit dem N. ulnaris. Diese Verbindung wird als Martin-Gruber-Anastomose bezeichnet. Lee fand bei 39.2% der Hände die Martin-Gruber-Anastomose (Lee et al. 2004). Durch diesen Fasertausch kann eine Totalinnervation des M. opponens pollicis durch den N. ulnaris erfolgen. Auch die sensible Versorgung der Hand kann von einem der beiden Nerven übernommen werden.

1.2.1.5 Riche-Cannieu-Verbindung

Diese Verbindung stellt eine Kommunikation zwischen dem R. thenaris nervi medianus und dem R. profundus nervi ulnaris. Dadurch ist es möglich, dass einzelne oder alle intrinsischen Muskeln vom N. ulnaris oder vom N. medianus alleine innerviert werden. Harness beschrieb vier Variationen der Riche-Cannieu-Verbindung (Ansa thenaris) (Harness und Sekeles 1971). Bei kompletten Verletzungen des N. medianus kann aufgrund dieser Verbindung eine intakte Thenar-Funktion erhalten bleiben (Carr et al. 1996).

1.2.2 Pathogenese

Pathophysiologisch liegt dem Karpaltunnelsyndrom eine Druckerhöhung im Karpalkanal mit konsekutiver Schädigung des N. medianus zugrunde. Der Karpaltunnel hat eine bestimmte Kapazität. Jede Situation, die zu einer Expansion im Kanal führt, verursacht eine Druckerhöhung auf den N. medianus. Der Druck im Karpalkanal beim Gesunden beträgt in Neutralposition 2,5 mmHg, bei Flexion und Extension erhöht sich der Druck auf ca. 30 mmHg. Demgegenüber beträgt der durchschnittlich gemessene Druck beim KTS 32 mmHg in Neutralposition, 94 mm Hg in Flexion und 110 mmHg in Extension des Handgelenkes (Gelberman 1981). Der Druckanstieg im Karpalkanal führt zu einer Kompression der epineuralen Venolen, die eine kapilläre Stase mit konsekutiver lokaler metabolischer Azidose, Anoxie, Endothelschäden mit zunehmender pathologischer Permeabilität der Kapillaren bewirkt. So entsteht ein endoneurales Ödem. Proximal des Retinaculum flexorum kommt es, aufgrund der geringen Druckverhältnisse und der freien Lage des N. medianus, zur Schwellung des Nerven – sog. Pseudoneurom, das in 65% reversibel ist. Im Karpalkanal kommt es im Ödembereich zur Fibroblastenproliferation, die zu peri- und endneuralem Narbenbildungen mit irreversiblen Schäden führen kann (Phalen et al. 1966).

1.2.3 Ätiologie

Die Ursachen des KTS sind vielfältig. Nur in wenigen Fällen ist es möglich, mit Sicherheit die Ursache des KTS bei dem Betroffenen herauszuarbeiten. Nitsche unterteilt das KTS in eine idiopathische und eine sekundäre Form (Nitsche 1967).

Bei der idiopathischen Form ist die Ursache der Erkrankung unbekannt. Die Mehrzahl der Karpaltunnelsyndrome ist idiopathisch. Dekel demonstrierte bei Computertomographischen Untersuchungen, dass bei KTS-Patienten, der Querschnitt des proximalen Endes des Karpaltunnels kleiner ist als bei der Kontrollgruppe (Dekel et al. 1980). Bei der sekundären Form wird die Schädigung des Medianus entweder durch eine Kompression außerhalb des Kanals liegender Strukturen (z.B. Lipome, Fibrome, Ganglien, vaskuläre Tumoren, aberrante Muskeln, Radiusfrakturen) oder durch pathologische Prozesse, die mit einer Volumenzunahme im Karpalkanal direkt einhergehen, hervorgerufen.

Bei der sekundären Form kommen folgende Faktoren und Ursachen in Frage:

- Adipositas
- Autoimmunerkrankungen, Kollagenosen (Rheumatoidarthritis, Tendovaginitis, Gicht)
- Endokrinologische Erkrankungen und Störungen wie Diabetes mellitus, Schilddrüsenerkrankungen
- Polyneuropathie
- stattgehabtes Trauma
- Kongenitale oder erworbene Deformität des Karpalkanals
- Amyloidose
- Kongenitale Erkrankungen wie Mukopolisaccharidose, Mukolipidose

1.2.4 Epidemiologie

1.2.4.1 Prävalenz

Das Karpaltunnelsyndrom ist das häufigste periphere Nervenkompressionssyndrom (Luchetti und Amadio 2007). Die Prävalenz wird zwischen 0,1% und 5% der Gesamtbevölkerung angegeben (Luchetti und Amadio 2007, Fialka-Moser et al. 2002, Pfeffer et al. 1988). Die Prävalenz in den USA beträgt nach einer Studie von Papanicolau mit 1559 Befragten 3.72% (Papanicolau et al. 2001). Tanaka schätze, dass etwa 2,65 Millionen Erwachsene in den USA an einem KTS leiden (Tanaka 1994). In einer schwedischen Arbeit mit Fragebogen sowie klinischer und elektrophysiologischer Diagnostik fand sich eine Prävalenz von 3.8% (Atroshi 1999). Die Prävalenz in der schwarzen Bevölkerung ist deutlich niedriger (Goga 1990, Tanaka 1994). Ein Karpaltunnelsyndrom im Kindesalter ist eine Rarität und ist in der Regel nur mit bestimmten Stoffwechselkrankheiten wie Mukopolysaccharidosen und Mukolipidosen oder z.B. mit einer Madelung-Deformität assoziiert (Carls und Mailänder 1999). Mondelli stellt fest, dass die Inzidenz für das KTS bei der männlichen Bevölkerung steigt, während sie bei Frauen konstant bleibt (Mondelli et al. 2002). Eine 1.5fache Erhöhung der Inzidenz in den Niederlanden stellt Bongers beim Vergleich der Daten von 1987 und 2001 fest (Bongers et al. 2007).

1.2.4.2 Geschlechtsverteilung

Das KTS tritt bei Frauen häufiger als bei Männern auf. Phalen berichtet über ein

Verhältnis Männer zu Frauen von 1:2 (Phalen 1970). Geoghegan findet bei 3391 KTS-Fällen 72% Frauen (Geoghegan et al. 2004). Benini ermittelt ein Verhältnis von 1:2,4 bei der Untersuchung der bis 1974 vorliegenden Arbeiten (Benini 1974). Auch in einer größeren epidemiologischen Studie zur Inzidenz des KTS in der Allgemeinbevölkerung in Rochester, Minnesota waren zu 78,5% Frauen betroffen (Stevens et al. 1998). Tanaka berichtet, dass 70% der Patienten weiblich sind (Tanaka et al. 1994). Männliche Patienten haben in der Regel schwerere Symptomatik als die Frauen (Becker et al. 2002).

1.2.4.3 Altersverteilung

Obwohl das KTS in jeder Altersgruppe auftreten kann, wird es am häufigsten zwischen dem 4. und 6. Dezennium beobachtet (Becker et al. 2002, Goga 1990, Mayer et al. 1989). Laut Tanaka ist das Durchschnittsalter der Patienten bei der Operation 54 Jahre (Tanaka et al. 1994). Das KTS tritt bei Kindern selten auf. Poilvache berichtet über fünf seltene Fälle bei Kindern (Poilvache et al. 1989). Carls und Mailänder berichteten 1999 über ein beidseitiges KTS bei Madelung-Deformität bei einem neunjährigen Mädchen (Carls und Mailänder 1999). Die Diagnose wird bei Kindern sehr verzögert gestellt, u.a. weil seltener über die typischen Sensibilitätsstörungen geklagt wird.

1.2.4.4 Unilaterales vs. bilaterales KTS

Die Angaben über die Häufigkeit eines bilateralen Vorkommens des KTS schwanken in der Literatur erheblich. Jablecki berichtet über eine Mehrheit für bilaterales KTS (Jablecki et al. 2002). Hurst findet ein signifikant häufiges bilaterales Auftreten bei Patienten mit einem HWS-Syndrom (Hurst et al. 1985). Benini berichtet über 43% bilaterales Auftreten des Karpaltunnelsyndroms (Benini 1974). Padua findet eine Inzidenz von beidseitigem KTS in 87% (Padua et al. 1998). Janz ermittelt bei 629 an KTS operierten Patienten eine beidseitige OP an 14,5% (Janz et al. 1995). Auch in dieser Gruppe findet sich eine eindeutige Bevorzugung des weiblichen Geschlechtes, wobei die meisten Patienten zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr erkranken. Im Vergleich zur Gesamtheit der Patienten mit einem KTS war bei der Mehrheit der beidseitig operierten Fälle mindestens ein prädisponierender Faktor, hormonelle Störung und/oder eine vermehrte berufliche Belastung der Handgelenke vorhanden. Die Ergebnisse der elektrophysiologischen Untersuchungen bei diesen

Patienten waren schlechter und die Rezidivrate höher. Die postoperativen Ergebnisse bezüglich der rechten vs linken Hand waren annähernd gleich (Janz et al. 1995). Diabetes mellitus ist ein signifikanter Risikofaktor, wenn Patienten beidseitige Beschwerden präsentieren (Becker et al. 2002)

1.2.4.5 Genetische Disposition

Hakim hatte bei einer Population von 4488 Frauen eine signifikant höhere Konkordanz für das KTS bei eineiigen Zwillingen gefunden und postulierte, dass das KTS in Frauen genetisch determiniert ist (Hakim et al. 2002). Manche sekundäre Formen des KTS sind auf genetische Erkrankungen, z.B. Mukopolysaccharidosen zurückzuführen. Familiäre Neuropathie ist ebenso eine genetische Erkrankung, bei der ein leichter Druck zu Nervenläsionen, u.a. des N. medianus führt (Dubi et al. 1979).

1.2.4.6 Beruf, mechanische Beanspruchung des Handgelenkes

Wiederholte Flexions- und Extensionsbewegungen des Handgelenkes, Tätigkeiten mit vibrierenden Werkzeugen und Arbeiten mit hohem Druck im Handgelenkführen zu einer multiplen Mikrotraumatisierung des Handgelenkes, so dass das KTS bei diesen Tätigkeiten häufiger vorkommt (Aroori und Spence 2008, Palmer et al. 2007, Violente et al. 2007). Besonders häufig kommt das KTS bei folgenden Berufen vor: Hausfrauen (Mayer et al. 1989), Schneider, Schreiner, Schlosser, Sekretärinnen, Landwirte, Melker, Zigarrendreher und Arbeiter, die mit vibrierenden Werkzeugen arbeiten (Mayer et al. 1989, Phalen 1972, Savage et al. 1990, Tanzer 1959). Thomsen findet bei Überprüfung mehrerer Untersuchungen (u.a. Karpaltunneldruckmessungen) keine ausreichenden epidemiologischen Beweise dafür, dass Computerarbeit zu KTS führt (Thomsen et al. 2008).

1.2.4.7 Mit dem KTS assoziierten Erkrankungen

1.2.4.7.1 Chronisch entzündliche Erkrankungen

An erster Stelle ist die rheumatoide Arthritis zu erwähnen. Insbesondere bei Tenosynovitiden kommt es aufgrund der ödematös geschwollenen und entzündeten Sehnenscheiden zu einem erhöhten Druck im Karpaltunnel (Winkelman et al. 1982, Phalen 1972). Etwa 10% aller KTS gehen auf die rheumatoide Arthritis zurück. Bei ca. 50% der Rheumapatienten kommt es durch die ödematösen Schwellungen im

Rahmen einer Karpalarthritis oder Tenosynovialitis zu den typischen KTS-Beschwerden (Stevens et al. 1992).

1.2.4.7.2 Systemerkrankungen

Patienten mit Mucopolysaccharidosen und Mucolipidosen zeigen ein häufiges Vorkommen des KTS. Auch bei Kindern mit Polysaccharidosen wurden KTS-Fälle beschrieben (Pinner et al. 1989). Die KTS-Diagnose ist bei diesen Patienten schwerer zu stellen, da die typische nächtliche Symptomatik meistens fehlt. Ein gehäuftes Auftreten des KTS wird bei familiärer Amyloidose gesehen (Thomas 1975). Die operative Therapie beseitigt die Symptome, Rezidive sind jedoch häufig. Des Weiteren kommt das KTS bei Kollagenosen vor (Perez-Ruiz et al. 1994, Phalen 1966).

1.2.4.7.3 Polyneuropathie

Die Polyneuropathiepatienten erkranken häufiger an KTS. Die Patienten haben meist beidseitige Symptomatik (Becker et al. 2002). Die postoperativen Langzeitergebnisse sind bei diesen Patienten schlechter.

1.2.4.7.4 Endokrine Erkrankungen

Diabetes mellitus kommt sehr häufig vor und ist u.a. auch mit dem KTS assoziiert. Die Diabetiker, die an einer Polyneuropathie leiden, entwickeln häufiger ein KTS. Unter den Diabetikern mit einer Polyneuropathie findet sich häufiger eine beidseitige Symptomatik (Becker et al. 2002).

Das Karpaltunnelsyndrom kann das erste Zeichen einer Schilddrüsenunterfunktion sein (Golding 1970). Die Schwellung innerhalb des Karpaltunnels führt zu der Symptomatik. Die kausale Therapie oder die Substitution kann die Beschwerden verringern. Auch bei der Akromegalie kann KTS das erste Manifestationszeichen sein. Die Therapie soll auch hier kausal erfolgen.

1.2.4.7.5 Langzeit-Hämodialyse

Als Folge von Amyloidablagerungen in Gelenken und Sehnenscheiden kommt es häufiger zu einem KTS. Dies ist meist bilateral und sehr ausgeprägt, so dass oft eine operative Dekompression notwendig wird. Halter stellt fest, dass 31% der

Dialysepatienten ein manifestes KTS haben. Nach fünfjähriger Dialyse liegt die Prävalenz in diesem Patientenkollektiv für das KTS bei 44% (Halter et al. 1981). Sekiya verglich die Druckmessergebnisse im Karpaltunnel bei Patienten mit Langzeit-Hämodialyse prä- und postoperativ und bei Patienten mit idiopathischem KTS. Er fand einen höheren Karpaltunneldruckwert bei Patienten mit Langzeit-Hämodialyse (Sekiya et al. 2002). Der Shunt-Arm ist genauso häufig betroffen wie der Gegenarm (Assmus 2003, Staub 2005).

Ein besonderes Problem bei Dialysepatienten ist die hohe Rezidivneigung, die durch die Amyloidose bedingt ist. Zusätzlich spielt bei diesen Patienten die Polyneuropathie eine Rolle. Mit der Durchführung der Erstein- und Rezidiveingriffe sollte nicht zu lange zugewartet werden. Dieses Prinzip gilt auch bei Ringbandspaltung bei Dialysepatienten (Assmus 2003).

1.2.4.7.6 Tendovaginitis stenosans

Phalen hatte erstmals das gehäufte gemeinsame Auftreten der beiden Erkrankungen an einem großen Patientengut beschrieben (Phalen 1972). Assmus fand bei 1310 operierten Patienten mit KTS 134 Patienten bzw. 214 Hände mit einer begleitenden Tendovaginitis stenosans (Assmus 2000). Dies entspricht einer Häufigkeit von 10,2% bzw. 16,7%. Kumar fand bei 43% ihrer Patienten mit schnellenden Fingern gleichzeitig auch ein Karpaltunnelsyndrom (Kumar und Chakrabarti 2009). In einer Literaturübersicht von Tackmann wurde eine Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens von KTS und Tendovaginitis stenosans zwischen 3,5 und 34% beschrieben (Tackmann et al. 1989).

1.2.4.7.7 Adipositas

Kouyoumdjian stellte in einer Studie (n=238) fest, dass das KTS eine signifikante Korrelation mit höherem Body Mass Index zeigt (Kouyoumdjian et al. 2000). Eine statistisch signifikante Risikozunahme für schwere Medianus-Sensorisches-Latenz besteht jedoch nicht. Bland fand bei 2408 Patienten eine signifikante Korrelation zum BMI bei Patienten unter 63. Lebensjahr. Bei Patienten über 63 war keine Korrelation zu beobachten (Bland 2005).

1.2.4.7.8 Schwangerschaft und hormonelle Veränderungen:

Gehäuft tritt ein KTS mit hormonellen Veränderungen und Stoffwechselerkrankungen auf:

Schwangerschaft 2,3-21% (Eckman et al. 1987, Gould 1978)

kürzlich erfolgte Hysterektomie (DeKrom et al. 1990)

Über die Häufigkeit des KTS in der Schwangerschaft existieren widersprüchliche Angaben. Verschiedene Autoren berichten über die typischen Parästhesien bei 7-25% der schwangeren Frauen in der Spätschwangerschaft (Stahl et al. 1996, Stevens et al. 1992, Wand 1990). Die Assoziation des KTS mit der Schwangerschaft wird auf die Druckerhöhung auf den N. medianus aufgrund der Flüssigkeitsretention zurückgeführt (Kremer 1953). Dies ist weiterhin die gängige Meinung. Die Symptome erscheinen typischerweise im 3. Trimenon (Gould 1978, Wand 1990). Sie verschwinden bei etwa der Hälfte der Patienten nach der Entbindung. Bei schweren Fällen ist auch in der Schwangerschaft die operative Therapie möglich (Assmus 2003). Mondelli fand bei einer dreijährigen Verlaufskontrolle bei Schwangeren mit einem KTS in etwa 50% persistierende Symptome (Mondelli et al. 2007). Gould fand 21 KTS-Fälle bei 100 untersuchten Schwangeren im dritten Trimenon. 18 von ihnen wurden bereits nach der Entbindung asymptomatisch. Im Gegensatz zu Mondelli stellte Gould fest, dass 3 Monate nach der Entbindung alle Patienten beschwerdefrei waren (Gould 1978). Wand berichtete, dass alle seinen KTS-Patientinnen innerhalb von zwei Wochen nach der Entbindung beschwerdefrei wurden (Wand 1990).

1.2.4.7.9 Andere raumfordernde Ursachen

Zu den seltenen Ursachen eines KTS gehören raumfordernde Prozesse wie Neurinome und Neurofibrome des N. medianus. Ebenso selten kommt es zu KTS-Symptomen bei Ganglien, Lipomen und Tumoren der Handwurzelknochen. Der Verlauf der A. mediana im Karpalkanal (die A. mediana liegt in der Regel nicht im Karpalkanal) kann selbst eine Kompression des N. medianus verursachen. Eine Thrombosierung dieser Arterie führt zu sog. akuten KTS (Luyendijk 1986, Mauersberger und Meese 1975). Auch Gichttophi können im Handwurzelbereich vorkommen. Gicht ist jedoch eine sehr seltene Ursache für das KTS (Benini 1974, Phalen 1972).

1.2.4.7.10 Posttraumatisches Karpaltunnelsyndrom

Nach Tackmann lässt sich in 10-15% der Fälle eine traumatische Ursache nachweisen (Tackmann et al. 1989). Assmus gibt eine traumatische Häufigkeit von 4,3% an. Typischerweise wird nach Gipsabnahme über Taubheit der Finger geklagt. Die operative Dekompression unterscheidet sich nicht von der beim idiopathischen Karpaltunnelsyndrom (Assmus 2003).

1.3 Klinik des Karpaltunnelsyndroms

1.3.1 Anamnestische Angaben

1.3.1.1 Sensibilität

Das Kardinalsymptom des KTS ist die nächtliche „Einschlafen der Hände“; Par- und Dysästhesien. Die morgendlich auftretenden Kribbelparästhesien bessern sich bei meisten Patienten durch das Ausschütteln der Hände oder Heraushängen der Hände aus dem Bett (Assmus 2003). Diese zwei anamnestischen Angaben sind wegweisend zur Diagnose. Des Weiteren klagen Patienten über „Einschlafen der Hände“ beim Radfahren, Autofahren, Telefonieren und Zeitunglesen. Im weiteren Verlauf können Hypästhesien am DIG I-III und an der radialen Seite des DIG IV entstehen. Die Hypästhesien finden sich an den Fingerkuppen DIG III und IV (radialseitig), aber auch an den Kuppen der 1. und 2. Finger (Assmus 2003). Die häufigsten Beschwerden werden wie folgt beschrieben: Kribbeln, Einschlafen, Taubheitsgefühl, Absterben der Finger, Schwellung, Elektrizitätsgefühl und Steifigkeit (Nitsche 1967, Assmus 2003).

1.3.1.2 Schmerzen

Die nächtlichen Dysästhesien und Schmerzen können eine deutliche Störung der Nachtruhe verursachen. Brennende Schmerzen strahlen über den Unterarm bis in die Schulter aus -Brachialgia parästhetica nocturna-, die auf das Ausschütteln besser wird (Assmus 2003, Graf et al. 1998, Nitsche 1967).

1.3.1.3 Motorik

Im Anfangsstadium der Erkrankung werden motorische Beeinträchtigungen von Patienten nicht beschrieben. Die Beeinträchtigung der Feinmotorik zeigt sich als

Schwierigkeiten beim Zu- und Aufknöpfen, Nähen, Arbeiten mit kleinen Werkzeugen, Halten von Gegenständen (Benini 1974). Ungeschicklichkeiten und Schwäche der Hand sind die Folgen der Muskelatrophien (Graf et al. 1998, Assmus 2003). Es kommt zu einer motorischen Schwäche mit Kraftminderung der Mm. opponens pollicis, flexor pollicis brevis und abductor pollicis brevis mit der Folge der Abschwächung der Daumenopposition und beim Zugreifen. Es wird öfter geklagt über eine Unsicherheit beim „Halten der Kaffeetasse“, dass Gegenstände aus der Hand fallen und der Griff nicht sicher und präzise ist. Die Thenaratrophie und die Abspreizschwäche des Daumens werden häufig von den Patienten nicht gemerkt und erstmals bei ärztlichen Untersuchungen auffällig (Assmus 2003). Die Thenaratrophie gehören zu den Späterscheinungen der Erkrankung.

1.3.1.4 Trophik

Die trophischen Störungen können vielfältig sein. Neben einer Schwellung der Finger können vermehrtes oder vermindertes Schwitzen beobachtet werden. Trockene Fingerkuppen, Hyperkeratose und Ulzerationen insbesondere an den Kuppen DIG I-III werden gelegentlich beobachtet. Für die Kälte- und Wärmeüberempfindlichkeit zieht Benini die vegetative Komponente des N. medianus in Betracht (Benini 1974). In seltenen Fällen klagen die Patienten ausschließlich über trophische Störung wie z.B. Hautulzerationen (Natale et al. 2005). Die Diagnosestellung ist dann erschwert. Die Retinakulumspaltung wird auch hier die Symptomatik bessern. Ming zeigte, dass sich die Thermographie der Fingerspitzen bei Patienten mit dem KTS nach der Operation besserte (Ming et al. 2007). Sie führten dieses Phänomen auf die gestörte sympathische vasomotorische Regulation bei KTS-Patienten.

1.3.1.5 Atrophie

Die Thenaratrophie ist ein Zeichen des länger bestehenden Karpaltunnelsyndroms. Sie ist auf den lateralen Daumenballen (M. abductor und M. opponens pollicis) beschränkt. Die Abspreizschwäche ist stärker ausgeprägt als die Oppositionsschwäche ausgeprägt (S. Flaschentest) (Assmus 2003). Im Vergleich ist bei einer Inaktivitätsatrophie, wie z.B. bei einer Rhizarthrose, der gesamte Thenar atrophiert.

Abbildung 6: Thenaratrophie



1.4 Diagnostik

Die Diagnosestellung des Karpaltunnelsyndroms ist grundsätzlich klinisch zu stellen. Das häufigste Symptom ist die schmerzhafteste Mißempfindung in der Hand, insbesondere während der Nachtruhe, die sogenannte Brachialgia parästhetica nocturna. Zur Sicherung der Diagnose dienen die folgenden klinischen Tests, elektrophysiologischen Untersuchungen und bildgebenden Verfahren.

1.4.1 Klinische Tests

1.4.1.1 Provokationstests

Die folgenden klinischen Provokationstests stehen zur klinischen Orientierung zur Verfügung. Sie sind meist schnell und einfach durchführbar und als Screening-Methode brauchbar. Die Spezifität dieser Tests wird zwischen 60-80% angegeben (Assmus 2003, Novak et al. 1992). So sind diese Tests als zusätzliche diagnostische Hilfe neben der Anamnese und den elektrophysiologischen Befunden zu werten.

1.4.1.1.1 Hoffmann-Tinel-Zeichen

Bei dieser Untersuchung wird bei neutraler Handgelenksposition, mit dem Reflexhammer der N. medianus in seinem Verlauf vom distalen Drittel des Unterarms bis zur Handgelenksfalte beklopft. Bei einem positiven Befund kommt es zu Parästhesien in einem oder mehreren der vom N. medianus versorgten Fingern.

Phalen fand diesen Test in 60% seiner KTS-Patienten positiv. Dieser Test kann bei 20% der Patienten auch ohne eine Kompression des N. medianus positiv ausfallen (Durkan 1991). Laut Kushner kann der Hoffmann-Tinel Test alleine zur Sicherung der

KTS-Diagnose nicht ausreichen (Kuschner et al. 1992).

Abbildung 7: Hoffmann-Tinel Test



1.4.1.1.2 Test nach Phalen

Bei diesem Test wird das Handgelenk maximal flektiert. Der N. medianus wird von den Beugesehnen gegen das Retinaculum flexorum gedrückt. Kommt es in den ersten 60 Sekunden zu einer Parästhesie im Versorgungsgebiet des N. medianus, ist der Test positiv. Phalen fand diesen Test in 75% der KTS-Patienten positiv (Hepp und Debrunner 2004). Die Sensitivität wird mit 61% und die Spezifität mit 83% beschrieben (Tetro 1998). Auch der Phalen Test kann bei 20% der normalen Bevölkerung positiv sein. Fallen gleichzeitig der Phalen- und Hoffmann-Tinel-Test positiv aus, so ist mit einer 90%igen Sicherheit mit der KTS-Diagnose zu rechnen (Kanz et al. 1991).

Abbildung 8: Phalen Test



1.4.1.1.3 Extensionstest nach Brain

Dieser Test ist positiv, wenn bei einer maximalen Extension des Handgelenkes innerhalb von 60 Sekunden zu Parästhesien im Versorgungsbereich des N. medianus kommt. Dieser Test beruht auf dem gleichen Prinzip wie der Test nach Phalen mit dem Unterschied, dass bei diesem Test die Hand extendiert wird (Kaeser 1963). Kaeser fand diesen Test nur in 36% der Fälle positiv. Hepp beschrieb diesen Test als wenig zuverlässig (Hepp und Debrunner 2004). Dagegen beurteilt Tanzer diesen Test als wichtig, da bei der Extension des Handgelenkes der Druck im proximalen Anteil des Karpalkanals erhöht wird. Dadurch kann auch eine leichtere Schädigung des N. medianus erkannt werden (Tanzer 1959).

Abbildung 9 : Extensionstest nach Brain



1.4.1.1.4 Flaschentest nach Luethi

Man lässt den Patienten mit der betroffenen Hand den Hals einer Flasche oder ein Glas umschließen. Entsteht eine Lücke zwischen Glas/Flaschenhals und Zeigefinger und Daumen, ist der Test positiv und demonstriert damit eine verminderte aktive Abduktion des Daumens (Parese des M. abductor pollicis brevis) bei einer distalen Läsion des N. medianus (Hepp und Debrunner 2004). Der Test basiert auf einer langen Kompression des N. medianus mit Thenaratrophie und tritt daher in der Spätphase der Erkrankung auf.

1.4.2 Elektrophysiologische Untersuchungen

Ziel der elektrophysiologischen Untersuchung ist der Nachweis einer isolierten Schädigung des N. medianus im Karpaltunnel, Differenzierung des Schweregrades (Demyelinisierung, ggf. Nachweis einer axonalen Degeneration) und Ausschluss einer Polyneuropathie mit genereller oder bevorzugt distaler Herabsetzung der Nervenleitgeschwindigkeit (NLG). Leitbefund ist die reduzierte NLG des N. medianus. Die Ursache dafür ist die Demyelinisierung des Nerven. Die Bestimmung der motorischen und sensiblen NLG des N. medianus ist eine nichtinvasive Methode mit einer Sensitivität von 85% und eine Spezifität von 92% (Patsalis und Gravill 1998). Falsch negative und falsch positive Ergebnisse sind möglich. Daher sollte diese Tatsache bei der Diagnosestellung und Auswahl der Therapie Berücksichtigung finden. Die Bestimmung der distalen motorischen Latenz (DML) des N. medianus ist einfach durchzuführen und zuverlässig. DML-Werte über 4.2 msec (bei einer Distanz von 6.5 cm) sind als pathologisch einzustufen. Die DML des N. ulnaris ist bis 3.3 msec normal. Die sensible Neurographie wird bei nicht eindeutigem Befund der distal motorischen Latenz erforderlich. Zur Unterscheidung des KTS von einer Polyneuropathie soll die Neurographie des kontralateralen N. medianus und des ipsilateralen N. ulnaris durchgeführt werden. Die Elektromyographie des M. abductor pollicis brevis wird mit Nadelelektroden abgeleitet und ist routinemäßig nicht erforderlich. Der Nachweis einer axonalen Schädigung kann jedoch mit der EMG erbracht werden. Die EMG-Untersuchung kann zusätzlich bei Patienten mit fortgeschrittener Muskelatrophie oder bei Thenaraplasie eingesetzt werden. Die Diagnosestellung, basierend ausschließlich auf den neurophysiologischen Befunden, soll vermieden werden, denn falsch negative neurophysiologische Werte sind statistisch signifikant (Gomes et al. 2006). Gomes fand pathologische neurophysiologische Befunde auch bei asymptomatischen Händen. Eine statistisch signifikante Korrelation der Symptomatik mit den elektrophysiologischen Befunden konnte Chan bei 215 Patienten nicht feststellen (Chan et al. 2007).

1.4.3 Bildgebende Diagnostik

Bildgebende Verfahren haben keinen primären Stellenwert in der Diagnostik des KTS. Sie werden jedoch bei der Differentialdiagnose, aber auch bei den postoperativen Komplikationen und bei der Diagnosesicherung des KTS-Rezidivs nutzbar.

1.4.3.1 Röntgen

Nativröntgen hat praktisch keine Aussagekraft in der Diagnose eines Karpaltunnelsyndroms. Röntgenologisch können posttraumatische Stenosen des Karpaltunnels wie bei Frakturen und Luxationen diagnostiziert werden. U.a. können Kalksalzdepots und verkalkte Weichteiltumore röntgenologisch erfasst werden. Nativröntgen bringt selten therapeutische Konsequenzen (Bindra et al. 1997).

1.4.3.2 Computertomographie

Die Computertomographie (CT) erlaubt eine Quantifizierung der ossären Stenose. Knöcherne Veränderungen und Raumforderungen sind mit dieser Methode nachweisbar. Kostenintensität und Strahlenbelastung sind die limitierenden Faktoren beim Einsatz der CT.

1.4.3.3 MRT

Aufgrund der guten Kontrastauflösung der Weichteile ermöglicht die MRT eine präzise Darstellung des N. medianus und des gesamten Karpaltunnels. Raumfordernde Prozesse, Synovitiden und Nervenanomalien können exakt identifiziert werden. Allgemeine Veränderungen beim KTS umfassen eine Auftreibung des N. medianus proximal des Karpaltunnels, eine Abflachung des N. medianus innerhalb des Karpaltunnels, eine Vorwölbung des Retinaculum flexorum und eine erhöhte Signalintensität des N. medianus auf T2-gew. Bildern. Quantitative Studien der Querschnittsfläche des N. medianus in diesen Ebenen haben gezeigt, dass die Querschnittsfläche des N. medianus 1,6- bis 3,5mal größer (im Mittelwert 2,4) in Höhe des Os pisiforme als in Höhe des distalen Radioulnargelenkes bei Patienten mit einem Karpaltunnelsyndrom sein kann. Im Vergleich dazu beträgt die Relation bei asymptomatischen Patienten 0,9 - 1,7 (Mittelwert 1,1).

Bei persistierender oder rezidivierender Symptomatik nach erfolgter Operation kann die MR-Bildgebung zur differentialdiagnostischen Abklärung eingesetzt werden. Die inadäquate Spaltung des Retinaculum flexorum ist die häufigste Komplikation und kann im MRT diagnostiziert werden. Durch die gute Weichteildarstellung können Narbenbildungen im operierten Retinakulum als mögliche Ursache einer rezidivierenden Symptomatik gut beurteilt werden. Postoperative Neuritiden sind durch Ödembildung und Schwellung in der MRT gut darstellbar. In der Diagnostik der unkomplizierten KTS-

Fälle ist eine MRT-Untersuchung jedoch aus Kostengründen nicht indiziert (Mesgarzadeh et al. 1989).

1.4.3.4 Sonographie

Sonographisch ist eine Beurteilung des N. medianus in seiner Größe, Form und Echogenität möglich. Zusätzlich können weitere wichtige Informationen, wie der Nachweis synovialer Flüssigkeit, Raumforderung wie z.B. Tumore, Ganglien, Verkalkungen, Anomalien oder zur Diagnose einer persistierenden Arteria mediana ermittelt werden. Beekmann kommt nach Betrachtung sieben verschiedener Studien zum Ergebnis, dass KTS sonographisch durch die Demonstration einer Zunahme der Medianusquerschnitts und eine Abflachung des Nerven in der Höhe des Os pisiforme diagnostiziert werden kann. Dieser variiert bei den unterschiedlichen Studien zwischen 9-11mm² (Beekmann und Vissier 2003).

Kele beschrieb den sonographischen Nachweis eines Nervendurchmessers über 0.11 cm² zusammen mit den Zeichen der Kompression in den longitudinalen Schichten als ein sehr aussagekräftiges Zeichen für das KTS (Sensitivität 89,1%, Spezifität 98.0%) (Kele et al. 2003). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen andere Autoren (Miedany et al. 2004). Eine Standardisierung der Sonographietechnik ist jedoch notwendig, um die Sonographie als eine Routineuntersuchungsmöglichkeit zu akzeptieren. Eine verbesserte Auflösung könnte der Sonographie eine größere Bedeutung in der Diagnostik des KTS bringen (Zisweiler et al. 2005).

1.5 Differentialdiagnose

Trotz typischer Symptomatik und klar definiertem N. medianus-Innervationsgebiet kann in wenigen Fällen die Diagnose erschwert sein. Zu den am meisten in der Differentialdiagnose vorkommenden Erkrankungen gehören die Radikulopathien C6/7 und Polyneuropathien:

- Radikulopathien C6/7 kommen am häufigsten vor bei osteoligamentären Veränderungen (spondylotisch/spondylarthrotisch, Foraminastosen mit konsekutiven Nervenwurzelläsionen). An zweiter Stelle steht der Bandscheibenprolaps (Hurst 1985).
- Double-crush-Syndrom: Die Diagnosestellung kann bei gleichzeitigem Vorkommen von zervikalen Radikulopathien und KTS-Symptomatik erschwert werden. Zervikale

Spondylopathien und zervikale Bandscheibenschädigungen kommen bei KTS-Patienten, insbesondere wenn beidseitig erkrankt, häufiger vor als in der Kontrollgruppe (Hurst 1985).

- Polyneuropathie

Differentialdiagnostisch sollen auch folgende Krankheitsbilder erwogen werden:

- Läsionen oder Kompressionen des N. medianus außerhalb des Karpaltunnels, z.B. Thoracic-Outlet-Syndrom, Pronatorsyndrom, Skalenussyndrom, Kompression durch einen Processus supracondylaris humeri
- intramedulläre Halsmarkprozesse, Syringomyelie
- Encephalomyelitis disseminata
- Läsion des Plexus brachialis
- Systemerkrankungen peripherer Nerven
- Tumore: intramedulläre und extramedulläre zervikale Tumore
- Borreliose
- Raynaud-Syndrom
- Morbus Sudeck
- KHK

Differentialdiagnostische Erwägungen sind vor allem bei atypischer Symptomatik notwendig. In solchen Fällen sind eine erweiterte neurophysiologische Untersuchung (Witt et al. 2004) und eine probatorische nächtliche Schienung oder eine Kortikosteroid-Injektion in den Karpaltunnel als weitere Abklärungsmaßnahmen von Nutzen.

1.6 Therapie des Karpaltunnelsyndroms

Die Therapiemöglichkeiten des KTS sind sowohl konservativ als auch operativ. Patienten mit leichter Symptomatik können von konservativer Behandlung profitieren. Kaplan konnte zeigen, dass die konservative Therapie, insbesondere bei Patienten älter als 50 Jahren, Erkrankungsdauer länger als 10 Monaten, andauernden Parästhesien, paralleler Existenz einer Ringbandstenose und positivem Phalen-Zeichen signifikant häufiger scheiterte (Kaplan et al. 1990). Die Studie von Gerritsen befürwortet eine konservative Therapie bei Patienten nur im Frühstadium (Gerritsen et al. 2002). Die kurzfristigen Kontrollen zeigten zwar gute Ergebnisse auch bei konservativ therapierten

Patienten; die Langzeitkontrollen bestätigten jedoch die weitaus bessere Effektivität der operativen Maßnahmen. Bei einer Verschlimmerung der klinischen und elektrophysiologischen Parameter unter einer konservativen Therapie ist die Operation indiziert, bevor eine Muskelatrophie im Thenarbereich auftritt.

1.6.1 Konservative Therapie

Falls vorhanden, sollten die Ursachen wie Sehnenschwellung, z.B. bei forcierter Belastung des Handgelenkes, mit passagerer Ruhigstellung, Schienen, Benutzung von ergonomischen Werkzeugen, ergonomischen Büroteilen unter gleichzeitiger antiphlogistischer Therapie behoben werden (Burke et al. 2003).

Unter den konservativen Therapien sind die nächtliche Ruhigstellung, Injektionstherapien mit Kortikoiden, aber auch Manualtherapie und tiefe pulsierte Ultraschallbehandlung am effektivsten (Muller et al. 2004).

1.6.1.1 Schienen/Handgelenkbandagen

Der Druck im Karpaltunnel ist bei der Neutralstellung des Handgelenkes am niedrigsten. Mit zunehmender Flexion oder Extension des Handgelenkes kommt es zu einer Steigerung des Drucks (Gelbermann et al. 1981). Schienen, die das Handgelenk in der Neutralstellung ruhigstellen, sind bei Patienten mit leichter bis mäßiger Symptomatik, insbesondere im Anfangsstadium der Erkrankung (z.B. bei Patienten, die nachts öfter aufgrund der Parästhesien aufwachen), hilfreich (Manente et al. 2001). Die Ruhigstellung mit Schienen hilft dagegen seltener bei Patienten mit kontinuierlichen Parästhesien oder bei Taubheit (Sailer 1996). Burke fand keine Unterschiede in der Effektivität der Bandagen bei Neutralstellung vs. 20 Grad Extension (Burke et al. 1994). Die Studie von Walker ergab bessere klinische und elektrophysiologische Ergebnisse beim Tragen der Schiene tagsüber und nachts vs. nur nachts (Walker et al. 2000). Die Verbesserung der neurophysiologischen Parameter waren jedoch bei kontinuierlichem Tragen der Schiene besser als bei allein nächtlichem Tragen. Die nächtliche Ruhigstellung ist nach verschiedenen Autoren in der Linderung der Beschwerden insbesondere bei leichter und mäßiger Ausprägung des KTS wirksam (Manente et al. 2001, Walker et al. 2000).

1.6.1.2 Lokale Kortikosteroid-Injektion, orale Verabreichung eines Kortikoid-Präparats

Lokale Kortikosteroidinjektionen führen zu einer deutlichen Besserung der Beschwerden (Dammers et al. 1999, Dammers et al. 2006). Die lokale Kortikosteroidinjektion (Methylprednisolon-Inj. 15 mg) zeigt eine signifikante Besserung der Symptomatik im Vergleich zu oraler Applikation von z.B. Prednisolon 25 mg für 10 Tage (Marshall et al. 2007, Wong et al. 2001). Verschiedene Autoren behaupten, dass die orale Gabe von Kortikoiden, z.B. Prednisolon 10-20 mg täglich für 2-4 Wochen, die KTS-Symptomatik im Vergleich zu Placebo reduziere (Chang et al. 2002, Herskovitz et al. 1995, Wong et al. 2001). O'Connor und Chang empfehlen eine zweiwöchige orale Anwendung (Chang et al. 2002, O'Connor et al. 2003). Mehrfachinjektionen sind aufgrund der Risiken einer Nerven- oder Sehnenschädigung nicht zu empfehlen. Bei Wiederkehren der Beschwerden soll daher die operative Therapie aufgrund der guten Ergebnisse gewählt werden (Armstrong et al. 2004).

1.6.1.3 Medikamentöse Therapie

Nicht steroidale Antirheumatika/Antiphlogestika (NSAR) scheinen keine signifikante Wirkung im Vergleich zu Placebo zu haben (Chang et al. 1998, Thomas et al. 1998). Ebenso konnte bei Botulinumtoxininjektionen keine Besserung der Beschwerden erreicht werden (Breuer et al. 2006). In der systematischen Literaturübersicht von O'Connor ergab die Gabe von Diuretika und Vitamin B6-Präparaten keinen anhaltenden signifikanten Effekt gegenüber Placebo (O'Connor et al. 2003).

1.6.1.4 Physiotherapeutische Maßnahmen, Ultraschallbehandlung, Lasertherapie, Magnettherapie

Die Wirkung der Ultraschallbehandlung ist umstritten. Oztas beobachtete keinen therapeutischen Effekt (Oztas et al. 1998). Im Gegensatz dessen fand Ebenbichler eine signifikante Besserung unter Ultraschallbehandlung im Vergleich zur Placebogruppe (Ebenbichler et al. 1998). Irvine beobachtete in einer Doppelblindstudie keinen therapeutischen Unterschied zwischen Patienten, die mit einem Low-Level-Laser vs. Schein-Laser behandelt wurden (Irvine et al. 2004). Andere Studien zeigen einen leichten therapeutischen Effekt der Laser-Therapie (Padua et al. 1999). Das Tragen einer Magnet-Handgelenksbandage kann eine Verbesserung der Symptome und

neurophysiologischen Parameter bringen (Weintraub und Cole 2000). Die Manualtherapie lindert die Schmerzsymptome bei KTS durch die Mobilisation der Handwurzelknochen und Dehnung des Retinaculum flexorum (Tal-Akabi und Rushton 1998). In der Studie von Davis zeigte eine Kombinationstherapie aus Manualtherapie, Ultraschall und nächtliche Ruhigstellung keine Vorteile gegenüber einer alleinigen nächtlichen Ruhigstellung (Davis et al. 1998).

1.6.2 Operative Therapie

Die Langzeitergebnisse sind bei operativen Maßnahmen eindeutig besser, daher ist die operative Behandlung, bei richtiger Indikationsstellung, den konservativen Therapiemaßnahmen eindeutig überlegen (Gerritsen et al. 2002, Verdugo et al. 2003).

Die Karpaltunnelspaltung gehört zu den häufigsten Operationen. Jährlich werden in den USA 450.000 Karpaltunneloperationen durchgeführt. Die Gesamtkosten betragen ca. 2 Mrd. Dollar (Stapleton 2006).

1.6.2.1 Operationsindikation

Die Indikation zur operativen Therapie besteht bei erheblicher Schmerzsymptomatik mit oder ohne sensomotorischen Ausfälle beim Nichtansprechen der konservativen Therapie. Bei anhaltenden sensomotorischen Ausfällen, Abschwächung der Abduktions- und Oppositionskraft des Daumens oder Thenaratrophy mit elektroneurographisch nachweisbarer Nervenschädigung ist ebenso die chirurgische Therapie indiziert (Assmus 2003, Scoccianti 1975) und sollte die operative Dekompression frühzeitig erfolgen (Gerritsen et al. 2002). Die Operation ist zudem auch erfolgversprechend bei Patienten mit einer überlagernden diabetischen Polyneuropathie (Aszmann et al. 2003), bei Schwangeren mit Ausfallerscheinungen (Assmus u. Hashemi 2000, Assmus 2003). Auch bei einem Double-Crush Syndrom (bei gleichzeitiger radikulärer Irritation oder Läsion) ist eine operative Therapie bei adäquater Patientenaufklärung sinnvoll.

1.6.2.2 Anästhesieverfahren

Verschiedene Anästhesieverfahren stehen zur Verfügung.

- Allgemeinnarkose

- Plexusanästhesie:
- i.v.-Regionalanästhesie
- lokale Infiltrationsanästhesie
- Medianus-Block am Handgelenk

Die Operation wird von meisten Autoren in der Blutleere oder –sperre empfohlen (Assmus 2003, Sinha 2003). Lokale Infiltrationsanästhesie ist die einfachste und kostengünstigste Methode. Nachteilig kann der Schmerz durch den Druck der Blutsperremanschette bei längeren Operationen sein (Tomaino et al. 2001). I.V.-Regionalanästhesie ist grundsätzlich bei einer Operationsdauer unter 1 Stunde möglich. Es kommt zum sensorischen und motorischen Block. Als Nachteil wird das häufige Vorkommen einer venösen Stauung der Hand mit der Beeinträchtigung der Sicht bei der OP angesehen (Chan et al. 2001). Andere Nachteile sind Manschettenschmerzen und die Gefahr der systemischen LA-Toxizität. Die Plexusanästhesie ermöglicht die Operation in Blutleere mit dem Vorteil, dass eine Intubation nicht erforderlich wird (Banini 1974). Beim Medianus-Block am Handgelenk sollten alle drei Terminaläste des Plexus brachialis blockiert werden, da die Op-Inzisionsstelle in der offenen Technik überlappend auch vom N. ulnaris und radialis innerviert werden kann (Sinha et al. 2003). Die Allgemeinnarkose bringt den Vorteil der schnellen Anästhesie mit Möglichkeit der Blutsperre ohne die Manschettenschmerzen. Aufgrund der Nachteile, wie Erbrechen und Übelkeit ist der Plexusanästhesie den Vorrang zu geben (Chan et al. 2001).

1.6.2.3 Operative Methoden

Das Prinzip der operativen Therapie ist die Dekompression des N. medianus im Karpaltunnel durch die Spaltung des Retinaculum flexorum.

Operative Methoden sind:

- 1) offene Operation
- 2) endoskopische Verfahren.

1.6.2.3.1 Offene Operationen

Die offene Retinakulumspaltung kann über verschiedene Zugänge/Hautschnitte

erfolgen:

Als erste Schnittführung in der Karpaltunnelchirurgie wurde hauptsächlich die Querinzision in der Rascetta durchgeführt. Bedingt durch die eingeschränkte Sicht bei dieser Methode bestehen zwei Nachteile:

- 1) Die Gefahr der inkompletten Durchtrennung des Retinakulums und damit verbundene Restsymptomatik, Persistenz der Symptome und erhöhte Rezidivrate
 - 2) Hohes Risiko der Verletzung des Ramus palmaris. Diese führt zu einer Neuombildung und schmerzhaftes Dysästhesie im Narbenbereich (Assmus 2003).
- Später wurde die in der Handgelenkquerfurche bogig verlaufende Inzision gewählt. Als Modifikation wurde später die Schnittführung in der Rascetta abgewinkelt, mit dem Ziel, die hypertrophen Narben zu vermeiden. Die Schnittführung wurde dann verkürzt und ein Überschreiten der Inzision über die Rascetta hinaus verlassen.

Kurzer vs. langer Hautschnitt: Richter verglich die Ergebnisse der Karpaltunnelspaltung bei verschiedenen Schnittführungen. Die lange Schnittführung war ca. 4.5 cm lang, die kurze etwa 2,5 cm und die dritte Methode war die endoskopische Spaltung nach Agee. Die lange und kurze Schnittführung überschreiten die Rascetta nicht. Die Schnittführung bei Agee war transversal in der Handbeugefalte. Bei der Beurteilung der Ergebnisse konnte bezüglich der Rückbildung der Schmerzen und Sensibilitätsstörungen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei der Schnittführung in der Handgelenkbeugefalte war die Rückbildung eher langsamer. Die lange Schnittführung war mit einem 10%igen Kraftverlust für die ersten drei Wochen vergesellschaftet (Richter und Brüser 1996).

Schaller empfiehlt die lange Schnittführung nur bei Infektionen, Trauma und schweren Tenosynovitiden. Die kurze Schnittführung (1.5 cm) ist die einfachere Methode mit guten Langzeitergebnissen und niedriger Komplikationsrate, die aufgrund der einfachen Prozedur im Vergleich zur endoskopischen Methoden vorgezogen werden soll (Schaller 2000).

Die Retinakulumspaltung in Mini-open Verfahren bei einer Längsinzision von 1 cm ist nach Klein eine effektive und sichere Methode zur Retinakulumspaltung mit deutlich verbesserter Symptomatik und deutlich reduzierten Narbenschmerzen (Klein et al. 2003). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Papadopoulos bei minimal offener Operationstechnik (Papadopoulos et al. 2006).

Lee berichtete jedoch bei der Miniinzision nur über eine 70%ige Erfolgsquote, die wahrscheinlich mit der inkompletten Durchtrennung des Retinakulums, bedingt durch

die eingeschränkte Sicht, zu begründen ist (Lee et al. 1996).

Häufiger werden kleine Längsinzisionen von ca. 3-4 cm beginnend kurz unter der Rascetta nach distal in die Hohlhand verlaufend angewendet. Nach Assmus ist auf dieser Weise eine optimale Sicht für die komplette Spaltung des Retinakulums gegeben. Weiterhin können Normvarianten des Nervenverlaufs erkannt und geschont werden (Assmus 2003).

Bei der Operation sollen folgende Punkte besonders berücksichtigt werden:

- komplette Durchtrennung des Retinakulums: nach proximal dürfen die proximal der Rascetta reichenden Retinakulumanteile nicht vergessen werden; nach distal ist von einer ausreichenden Spaltung dann auszugehen, wenn das den N. medianus bedeckende Fettgewebe sichtbar wird. Inadäquate Inzisionen verbergen die Gefahr einer inkompletten Spaltung des Retinakulums. und Läsionen des N. medianus und sollen von weniger erfahrenen Ärzten vermieden werden (Assmus 2003, Assmus et al. 2006).
- Schonung des N. medianus, unter Kenntnis und intraoperativer Berücksichtigung der Normvarianten z.B. vorzeitig abgehender akzidenteller Ramus muscularis. Die Spaltung des Retinakulums soll daher am ulnaren Rand des Retinakulums erfolgen.
- Die Seitenäste des Ramus palmaris sollten bei entsprechender Dicke geschont werden, damit schmerzhaftes Narben und elektrisierende Missempfindungen bei Narbendruck oder –berührung ausbleiben (Assmus 2003).
- akkurates Blutstillen, um größere Hämatombildungen und damit Adhäsionen zu vermeiden.

Eine Darstellung des motorischen Thenarastes wird von vielen Autoren nicht für erforderlich gehalten, da eine isolierte Kompression eher die Seltenheit ist. Daher ist in einer Erstoperation die Dekompression des motorischen Astes zu unterlassen (Assmus 2003, Lanz 1977). Synovektomien bringen beim idiopathischem KTS keine Vorteile und sind in der Regel nicht erforderlich (Shum et al 2003). Aufgrund der Verlängerung der Operationszeiten und bei gleichzeitiger Gefahr der Verwachsungen und Verklebungen kann die Komplikationsrate eher steigen (Assmus 2003). Neurolysen (interfaszikulär) und Epineurotomien sind bei der Erstoperation zu vermeiden, da eine Verbesserung der Operationsergebnisse damit nicht zu erreichen ist. Vielmehr kann es iatrogen zu Verklebungen kommen (Mackinnon et al. 1991, Scholten 2004). Die alleinige komplette

Retinakulumspaltung ist für die Beseitigung der N. medianus-Kompression ausreichend und komplikationsärmer (Assmus 2003, Shum et al. 2002). Eine Anlage von Drainagen (Mini-Redon) wird von meisten Operateuren verneint. Bei einer Befragung von Handchirurgen in den USA zeigt sich, dass 88.6% der Chirurgen auf die Anlage einer Drainage verzichten (Duncan et al. 1987).

1.6.2.3.2 Endoskopische OP

Laut Katz werden von etwa 200.000 KTS-Operationen in den USA ca. 30.000 endoskopisch durchgeführt (Katz 1994). Aus Deutschland sind keine konkreten Zahlen bekannt; es wird vermutet, dass von 100.000 KTS-Operationen in Deutschland etwa 20-30% endoskopisch durchgeführt werden. Die endoskopische OP wurde u.a. entwickelt, um durch das Vermeiden des Haut-, Subkutangewebs- und des Palmarfazienschnittes und damit durch Nichtverletzung der Seitenäste des Ramus palmaris N. medianus, die schmerzhaft Narbe zu verhüten (Trumble et al. 2001). 1987 wurde die erste endoskopische Karpaltunnel-Operationstechnik von Okutsu entwickelt (Assmus 2003, Okutsu et al. 1987).

Die am häufigsten eingesetzten Systeme in der endoskopischen Technik sind:

- Monoportale Technik nach AGEE
- Biportale Technik nach CHOW

Biportale Technik nach Chow

Die biportale Technik wurde 1989 von Chow entwickelt (Chow 1994).

Operatives Vorgehen: In der Mitte der Querachse des Unterarms, etwa 1 cm proximal der Rascetta erfolgt eine ca. 1.5 cm lange Querinzision. Nach stumpfer Präparation des subkutanen Gewebes wird die Fascia antebrachii eröffnet. Der N. medianus wird sichtbar. Mit einem stumpfen, gebogenen Dissektor wird die waschbrettartige Struktur des Retinaculum flexorum ertastet. Anschließend wird der Obturator mit der geschlitzten Kanüle eingeführt und unter Überstrecken des Handgelenkes in die Richtung DIG IV vorgeschoben. Am Ende des Retinakulums wird nach Ertasten des Obturators eine Stichinzision von 0.5 cm ausgeführt. Der Obturator wird durch die Inzision vorgeschoben. Das Endoskop wird von distal eingeführt und das distale Ende des Retinakulums mit dem anterograden Messer auf einer Länge von 1 cm inzidiert. Mit dem retrograden Messer wird nun das Retinaculum vollständig durchtrennt, so dass in

die gesamte Inzision subkutanen Fettgewebe vorquillt. Patienten, die das Handgelenk weniger als 15° überstrecken können, sind für diese Technik nicht geeignet. Eine Blutsperre ist zur Gewährleistung der intraoperativen Übersicht erforderlich.

Mögliche Komplikationen sind:

- Verletzung des N. ulnaris bei falscher Platzierung des Obturators in der Loge de Guyon
- Läsion des arteriellen Hohlhandbogens
- Läsion des in der distalen Hohlhand quer verlaufenden motorischen Ulnarisastes
- Läsion des Thenarastes
- Durchtrennung sensibler Fingernerven, insbesondere des Ringfingers

Monoportale Technik nach Agee

Die monoportale Technik wurde von John Agee 1992 vorgestellt (Agee et al. 1992). Das Instrumentarium wurde von ihm entwickelt, um eine Narbenbildung in der Hohlhand, bei Querschnittsgelähmten-Patienten, die auf Gehstützen angewiesen sind, zu vermeiden. Um ein besseres Handling im Vergleich zu biportalen Technik zu haben, wurden Optik und Messer starr miteinander verbunden.

Operatives Vorgehen: An der proximalen Handgelenksfalte, ulnarseits der Sehne des M. palmaris longus wird die Faszie in einer Länge von 1-1.5 cm eröffnet. Der Karpalkanal wird mit zunächst mit einem kleinen Dilatator und anschließend mit dem Standard-Dilatator erweitert. Das Endoskop wird bis zum distalen Rand des Retinakulum vorgeschoben. Nach eindeutiger Identifikation der queren Fasern und des distalen Randes des Retinaculum flexorum wird das Gerät mit dem aufgeklappten retrograden Messer, unter Sicht von distal nach proximal schrittweise gespalten.

Die Komplikationen sind ähnlich wie bei den anderen endoskopischen Techniken.

Verletzungen des arteriellen Hohlhandbogens und des N. medianus-Äste treten laut Palmer und Schenck seltener als in der Biportaltechnik auf (Palmer et al. 1993, Schenck 1995).

1.7 Nachbehandlung

Ruhigstellung: Ein leicht komprimierender Verband ist für die ersten Tage erforderlich. Eine prospektive, randomisierte Studie von Bury erbrachte keinen signifikanten Unterschied in Ergebnissen bei Patienten mit und ohne postoperative Ruhigstellung mit einer dorsalen Schiene (Bury et al. 1995).

Frühfunktionelle Behandlung: Nach Cook führt die frühe Übungsbehandlung unter Vermeidung einer Handgelenksschiene zu einer früheren Gebrauchsfähigkeit der Hand (Cook et al. 1995).

1.8 Postoperativer Verlauf

Die Prognose ist bei allen operativen Techniken bei korrekter Durchführung des Eingriffs gut. Der nächtliche Schmerz ist in der Regel sofort beseitigt. Die Besserung der Sensibilitätsstörung kann Tage bis Wochen dauern. Die Thenaratrophy ist meist reversibel, wenn die Operation rechtzeitig durchgeführt wird. Bei länger bestehenden Muskelatrophien (länger als 1 Jahr) ist von einem Defektzustand auszugehen und in der Regel keine Muskelrückbildung zu erwarten.

Das Alter ist kein einschränkender Faktor; auch bei Patienten über 70 Jahre sind die Ergebnisse gut (Leit et al. 2004). Das postoperative Ergebnis einschließlich der Patientenzufriedenheit bei den Diabetikern unterscheidet sich von dem der Nichtdiabetiker nicht (Thomsen et al. 2009). Dialyse-Patienten profitieren ebenfalls von der Operation. Rezidive sind jedoch aufgrund der Amyloidablagerungen häufig. Mehrfache Karpaltunnelspaltungen bei Dialysepatienten können erforderlich werden (Staub et al. 2005). Die postoperativen Ergebnisse, Prognose und Patientenzufriedenheit sind auch bei Diabetikern gut (Mondelli et al. 2005), selbst wenn zusätzlich eine Polyneuropathie vorliegt.

1.9 Komplikationen

Schenck hatte bei einer Umfrage unter den amerikanischen Chirurgen (6833 Eingriffe) eine Komplikationsrate von 0.8% bei offener Technik und 1.6% bei endoskopisch operierten Patienten festgestellt (Schenck 1995). Unter den endoskopischen Techniken war die Komplikationsrate bei der biportalen Technik höher (biportal 3,1%, monoportal

2%). Da naturgemäß eine enge Korrelation zwischen der Inzisionslänge und guter Sicht des Operationsgebietes besteht, wird die Gefahr der erhöhten Komplikationsrate mit dem Kleinerwerden der Inzisionslänge größer. Mackinnon differenzierte 3 symptomatische Gruppen bei Komplikationen:

a: Persistenz der Symptomatik b: Rezidive c: neue Symptome und iatrogene Läsionen (Mackinnon 1991).

1.9.1 Persistierendes KTS

Die häufigste Ursache ist die inkomplette Retinakulumspaltung. Häufiger wird das distale Ende des Retinakulums aufgrund ungenügender Sicht nicht ausreichend gespalten. Die inkomplette Retinakulumspaltung häuft sich bei kleinen Inzisionen und atypischen Schnittführungen (Assmus u Staub 2006). Die endoskopische Technik ist z.T. aufgrund der ungünstigen Sicht bei der Operation eher mit dieser Komplikation behaftet (Assmus 2003, Hulsizer et al. 1998).

1.9.2 Rezidive

Fibrotische Veränderungen mit Verklebungen und Verwachsungen ist ein häufiger Befund bei den Rezidiven. Besonders häufig finden sich Rezidive bei Dialysepatienten, aber auch bei rheumatischer Synovialitis und bei Patienten mit starker Vernarbung (Staub et al. 2005).

1.9.3 Schmerzhaft Narbe

Die häufigste Ursache für eine druckdolente Narbe mit schmerzhaften Missempfindungen ist das Neurom, das durch die Verletzung des Ramus palmaris N. medianus entsteht. Bei kleineren Neuromen verschwinden die Beschwerden spätestens nach 6 Monaten (Assmus 2003). Die schmerzhaften Narben kommen bei endoskopischen Operationen aufgrund Schonung der R. palmaris-Äste seltener vor.

1.9.4 Thenar- und Hypothenarschmerzen (pillar pain)

Das sogenannte pillar pain ist nicht auf eine Nervenläsion zurückzuführen. Es handelt sich um lokale Schmerzen, v.a. im Thenar- und Hypothenar, aber auch am distalen Ende des Retinakulums. Pajardi führt diese Schmerzen auf umschriebene

Ödembildungen zurück. Er postuliert, dass diese Symptome zum größten Teil bei den geschlossen (endoskopischen) Techniken vorkommen, da es bei dieser Technik mehr zu Ödembildung kommt (Pajardi et al. 1998). Die Häufigkeit der lokalen Schmerzen am distalen Ende des Retinakulums (pillar pain), tritt nach Angaben von Bande in 21% der endoskopisch operierten (Agee Technik) und bei 12% der offen operierten Patienten auf (Bande et al. 1994).

1.9.5 Nervenverletzungen

Boeckstyns berichtete bei einer umfangreichen Literaturanalyse (9516 Operationen) über eine irreversible Nervenläsion von 0.3% bei endoskopischen und 0.2% bei offenen Op-Techniken (Boeckstyns und Sörensen 1999). Komplette Nervendurchtrennungen sind daher sehr selten (<0.3%) und kommen bei unzureichendem Zugang und eher bei endoskopischen Eingriffen vor. Schenck beschrieb 1.2% Nervenverletzung bei der Chow-Technik und 0.3% bei der Agee-Technik (Schenck 1995). Die Verletzung des motorischen Astes des N. medianus soll sofort mikrochirurgisch versorgt werden. Ein verspäteter Sekundäreingriff kann aber auch eine gute Erholung des Nerven bringen. Bei endoskopischen Eingriffen sind Verletzungen der N. digitalis proprius IV und N. ulnaris insbesondere in Händen unerfahrener Operateure möglich (Assmus und Staub 2006, Kretschmer et al. 2004). Reversible Nervenschäden, v.a. bedingt durch Kompression des Nerven, sind bei endoskopischen Eingriffen häufiger als bei offenen Eingriffen (Park et al. 2004, Thoma et al. 2004). Die kleinen Neurome, die aufgrund einer Verletzung der Palmarisäste vorkommen, bessern sich spätestens nach 6 Monaten und stellen keine Indikation zur Revision oder Resektion dar (Pinal et al. 1997).

1.9.6 Kraftminderung

Eine Kraftminderung der Hand wird von manchen Patienten angegeben. Schäfer stellte bei einer Befragung von endoskopisch operierenden Ärzten in Deutschland in 10.9% der Fälle eine anhaltende Kraftminderung fest (Schäfer und Sander 1996). Die Kraftminderung ist bei endoskopisch operierten Patienten geringer und verschwindet schneller als bei offen durchgeführten Operationen. Laut Rosenbaum ist die ursprüngliche Kraft nach drei Monaten wiederhergestellt (Rosenbaum und Ochoa 2002). Die Kraftminderung wird auf die Spaltung des Retinakulums und damit auf die

Veränderung des Beugesehnenverlaufs zurückgeführt. Aus dieser Überlegung heraus empfahl Netscher eine Rekonstruktion des Retinakulums bei offener Karpaltunnelspaltung in folgenden Situationen: Patienten, die körperlich schwer arbeiten und deren Handgriff postoperativ nicht schwächer werden sollte, aber auch bei Rheumapatienten, da diese Patienten zu einer volaren Subluxation der muskuloskelettaren Strukturen im Handgelenk und Metakarpophalangealgelenken neigen. Er führt die guten Ergebnisse, bei seinen 200 Patienten bezüglich der Handgriffstärke auf den ausbleibenden Bogensehnen effekt der Beugesehnen bei dieser Methode zurück und bezieht sich auf die Studien, in denen die MRT-Untersuchungen bei Patienten ohne die Rekonstruktion des Lig. transversum den Bogensehnen effekt nachgewiesen hatten (Netscher et al. 1997, Richman et al. 1989). Karlsson et al. finden jedoch keinen signifikanten Unterschied der Handgriffstärke zwischen Patienten mit einfacher Spaltung des Retinakulums und Patienten mit Verlängerung/Rekonstruktion des Retinakulums in Langzeitkontrollen und geben daher keine Empfehlung zur Rekonstruktion des Retinakulums (Karlsson et al. 1997).

1.9.7 Wundheilungsstörung-Wundinfektion

Hanssen berichtet über 0.47% tiefe Infektionen (17 Fälle von 3629 Operationen). Tiefe Infektionen wurden bei Männern signifikant häufiger als bei Frauen festgestellt (Hanssen et al. 1998).

1.9.8 Sehnen- und Gefäßverletzungen

Sehnen und Gefäßverletzungen kommen selten vor. Die endoskopische Methoden, v.a. die biportale Technik sind eher mit diesen Komplikationen behaftet (Schenck 1995). Die Durchtrennung des arteriellen Hohlhandbogens soll sofort operativ versorgt werden. Die Verletzung kommt bei endoskopischen Operationen mehr als bei offener Technik vor. Bei korrekter Identifizierung des distalen Endes des Retinakulums kann diese Verletzung vermieden werden. Sehnenverletzungen sind extrem selten und liegen bei 0.03% (Boeckstyns und Sörensen 1999).

1.9.9 Das Komplexe Regionale Schmerzsyndrom (CRPS)

Das CRPS ist bei korrekter Durchführung der OP sehr selten. Phalen berichtet über einen Fall von 219 Patienten (0.5%).

1.9.10 Ringbandstenosen nach Karpaltunnelspaltung

Mackinnon beobachtete, dass sich bei Patienten nach einer Karpaltunnelspaltung vermehrt Ringbandstenosen und schnellende Finger entwickeln. Er postuliert, dass durch die Retinakulumspaltung ein Überloading im Metakarpophalangealbereich zustande kommt. Daher empfiehlt er eine postoperative Ruhigstellung des Handgelenkes in 15 Grad Extension für 2 Wochen (Mackinnon 1991).

1.10 Revisionseingriffe

Raimbau berichtet über eine Revisionsfrequenz von 0.3%-12% (Raimbau 2008). Bei Persistenz der Symptomatik oder bei erneutem Auftreten der Schmerzen/Parästhesien und Hypästhesien soll eine umfassende Abklärung unter Berücksichtigung der Differentialdiagnose und Ausschluss eines Double-Crush-Syndrom erfolgen. Die anamnestischen, klinischen und elektrophysiologischen Untersuchungen müssen sehr sorgfältig stattfinden. Eine radikuläre Ursache, bedingt durch zervikale Kompression ist auszuschließen, ebenso eine Polyneuropathie (Assmus 2003). Da sich der neurophysiologische Befund selbst bei erfolgreichen Eingriffen z.T. nicht normalisiert, ist bei der Interpretation der postoperativen neurophysiologischen Befunde Vorsicht geboten (Schrijver et al. 2005). Revisionseingriffe kommen insbesondere bei Dialysepatienten häufiger vor (Staub et al. 2005). Die Revisionseingriffe werden am häufigsten durch die inkomplette Retinakulumspaltung verursacht. In solchen Fällen führt die Revision (die komplette Retinakulumspaltung) zu Beschwerdefreiheit; interfaszikuläre Neurolysen sind daher nicht indiziert (Assmus 2003).

2. Zielsetzung der folgenden Arbeit

Das Ziel unserer Arbeit ist neben der Erfassung der Zufriedenheit der Patienten, die Patientenbeschwerden und die klinischen Befunde prä- und postoperativ zu vergleichen, mögliche Komplikationen nach dieser Methode zu ermitteln, die postoperativen Ergebnisse mit denen anderer Autoren zu vergleichen, ggf. Änderungen in der Operationsdurchführung vorzuschlagen oder die Operationstechnik beizubehalten.

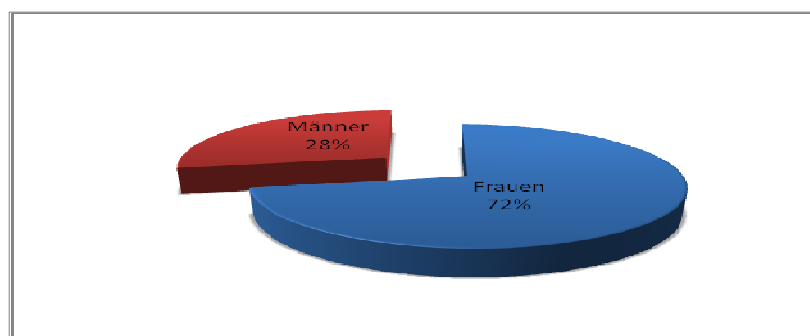
3. Patientengut

Im Zeitraum vom 06.09.2000 bis 30.07.2001 wurden in der Orthopädischen Klinik des Klinikum Uckermark in Schwedt/Oder 94 Karpaltunnelspaltungen durchgeführt. Es handelte sich um 68 Patienten. Bei 26 Patienten wurde die OP an beiden Händen durchgeführt, so dass sich die Gesamtzahl von 94 Karpaltunnelspaltungen ergibt. Nachuntersucht wurden 61 Patienten (87 Hände). (s. Methodik unter Punkt 4). Diese bilden die Grundlage für die nachfolgende Auswertung.

3.1 Geschlechtsverteilung

Insgesamt wurden 44 Frauen und 17 Männer am Karpaltunnelsyndrom operiert. Der Anteil der Frauen (72%) liegt dabei deutlich über dem Anteil der männlichen Patienten (28%). Dies ergibt ein Verhältnis Frauen zu Männern von 2,6: 1.

Abbildung 10: Geschlechtsverteilung (n=61)



3.2 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug bei Frauen 58 Jahre (37J.-87J), bei Männern 64 Jahre (42 J. – 79 J.), für alle Patienten insgesamt 59 Jahre (37J.-87J.).

Abbildung 11: Altersverteilung (n=87)

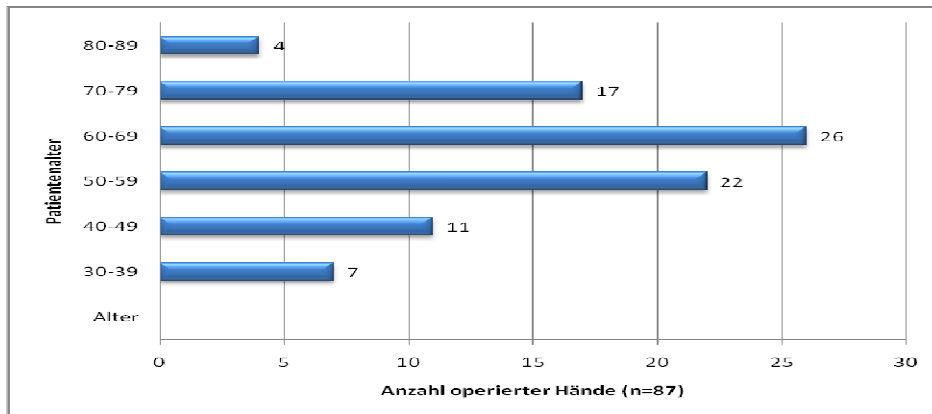


Abbildung 12: Altersverteilung Frauen (n=64)

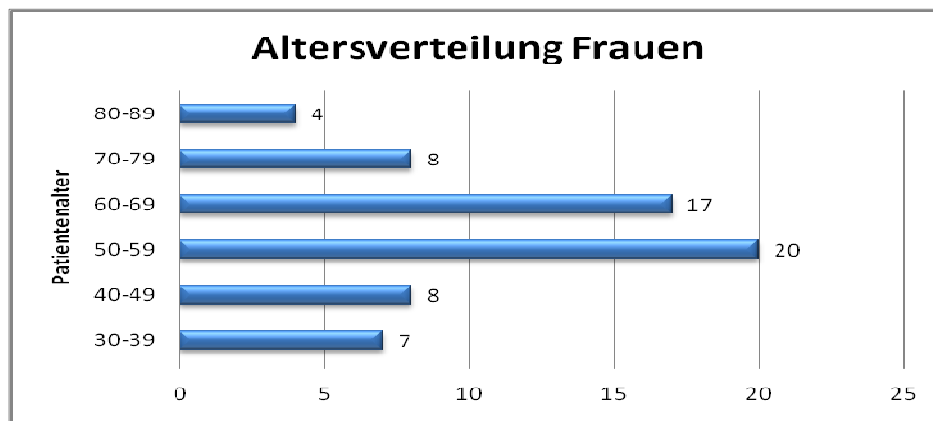
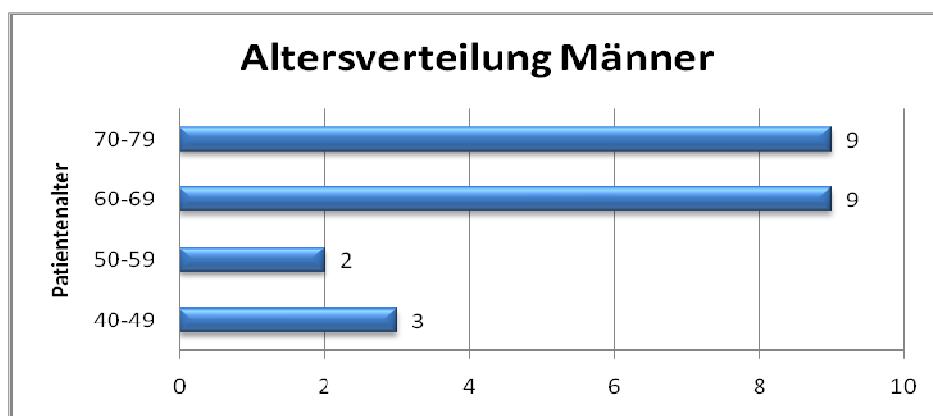


Abbildung 13: Altersverteilung Männer (n=23)



Bei den weiblichen Patienten tritt eine Häufung des Karpaltunnelsyndroms zwischen dem 50. und 70 Lebensjahr (58 Hände= 78%). Bei Männern ist eine Kumulierung

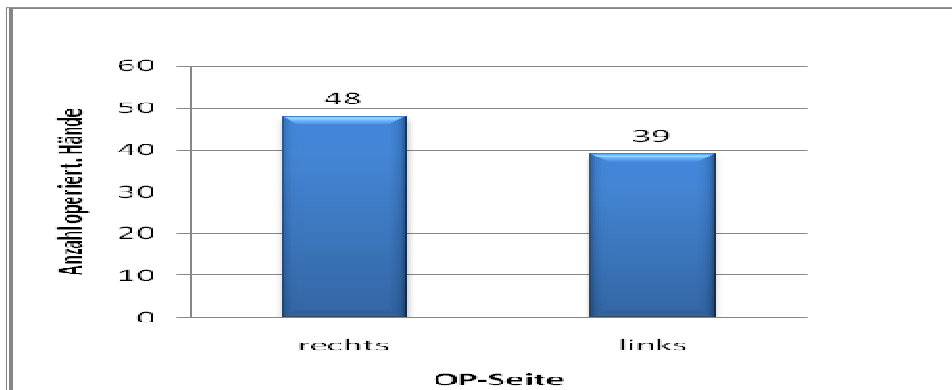
zwischen 60-79 LJ (18 Hände=78%) zu erkennen. Somit waren die meisten unserer Patienten weiblich (72%) und standen im 40-69 Lebensjahr (68%).

3.3. Seitenverteilung

An 87 Händen wurde eine Karpaltunneloperation durchgeführt, davon in 48 Fällen (55%) auf der rechten Seite und in 39 Fällen (45%) auf der linken Seite. Dies ergibt ein Verhältnis rechte Hand zu linker Hand von 1,23: 1.

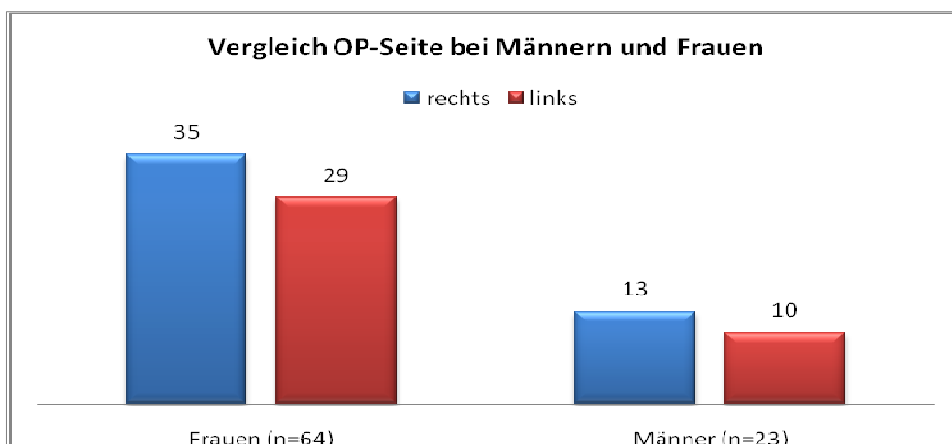
Einen Überblick über die Seitenverteilung des Karpaltunnelsyndroms gibt die folgende Tabelle:

Abbildung 14: Seitenverteilung (n=87)



Die Verteilung der Seitlichkeit der operierten Hände war bei Frauen und Männern annähernd gleich.

Abbildung 15: Vergleich OP-Seite bei Männern und Frauen (n=87)



Ein diesbezüglich signifikanter Unterschied zwischen Männern und Frauen konnte

nicht festgestellt werden.

3.4 Beschwerdedauer

Die Beschwerdedauer bis zur Operation, d.h. der zeitlicher Intervall zwischen dem Beginn der Symptomatik und der Operation betrug:

Bis 6 Monate 13 Fälle

6 Monate – 1 Jahr 25 Fälle

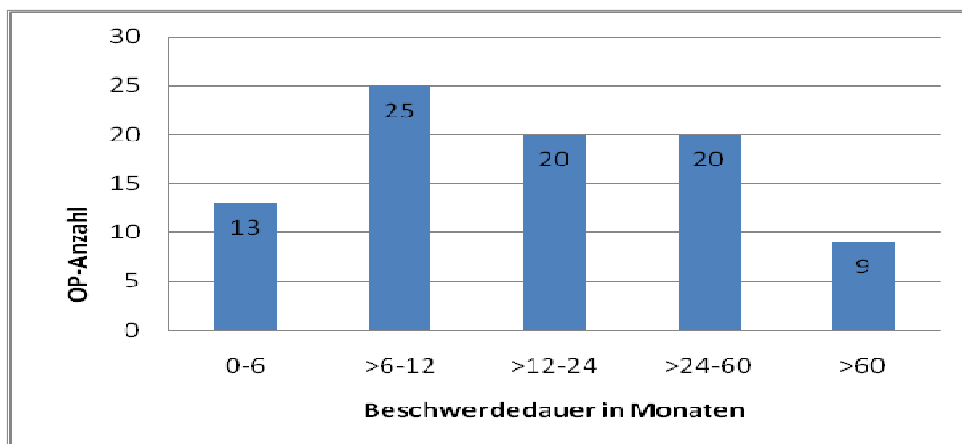
1 Jahr – 2 Jahre 20 Fälle

2 Jahre – 5 Jahre 20 Fälle

Länger als 5 Jahre 9 Fälle

44% der Operationen waren bereits 1 Jahr nach dem Beginn der Symptomatik durchgeführt worden.

Abbildung 16: Beschwerdedauer (n=87)



3.5 Präoperative subjektive Beschwerden und Befunde

Als häufigste Störung gaben die meisten Patienten nächtliche Hyp- und Parästhesien (96%) in den Fingern an, gefolgt von Schmerzen, Sensibilitätsstörungen und Schwächegefühl (Mehrfachnennung möglich).

Subjektive Beschwerden 100% der betroffenen Hände

davon:

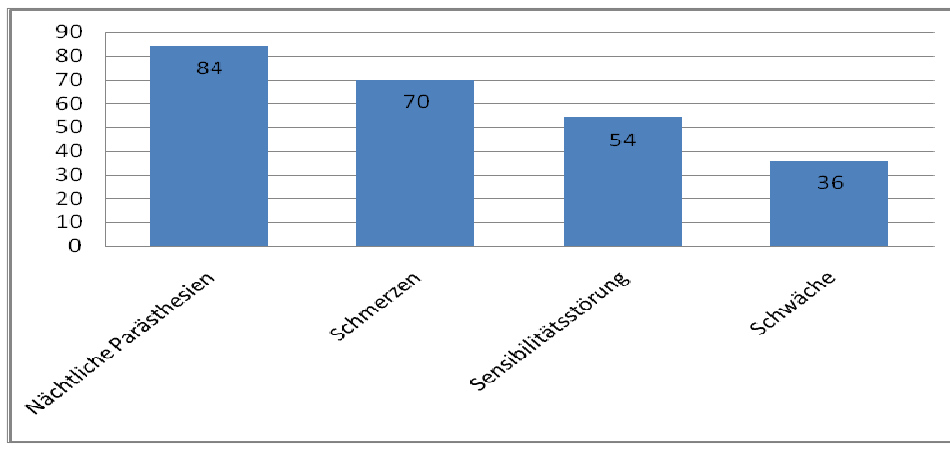
Nächtliche Parästhesien 96% der betroffenen Hände

Schmerzen im Handgelenk/Hand/Fingern/UA 80% der betroffenen Hände

Taubheitsgefühl u/o Kribbeln in den Fingern 62% der betroffenen Hände

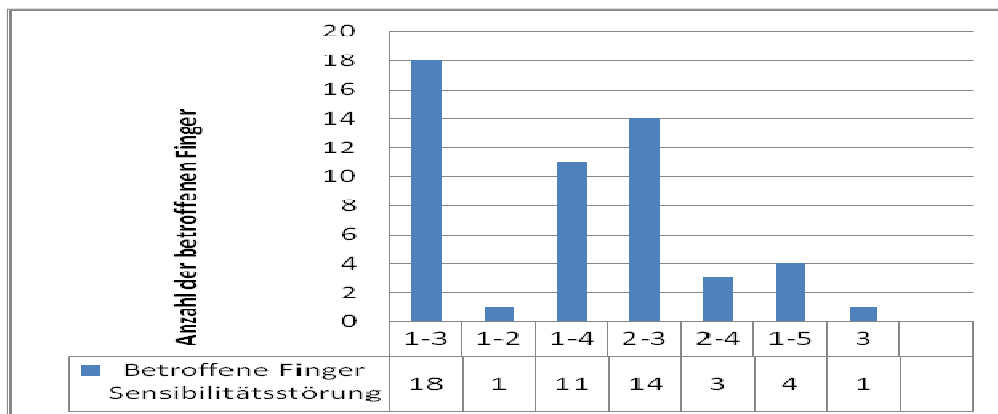
Motorische Störungen (Schwäche) 56% der betroffenen Hände

Abbildung 17: präoperative subjektive Beschwerden (n=87)



Auf die Frage, welche Finger von der Hyp- bzw. Parästhesien betroffen sind, wurden unterschiedliche Angaben gemacht. Die meisten Patienten klagten über die sensiblen Störungen in den Fingern I-III.

Abbildung 18: Betroffene Finger



5% berichteten u.a. über Sensibilitätsstörung im DIG V. Dieses Phänomen erklärt sich durch die Verbindungen zwischen N. medianus und N. ulnaris. Als wichtigste ist die Martin-Gruber-Anastomose zu erwähnen. In 11% der Fälle waren die nächtlichen Parästhesien die einzigen Beschwerden der Patienten.

3.6 Präoperative Klinische Untersuchungen

Die folgenden Tests waren präoperativ bei Patienten durchgeführt worden.

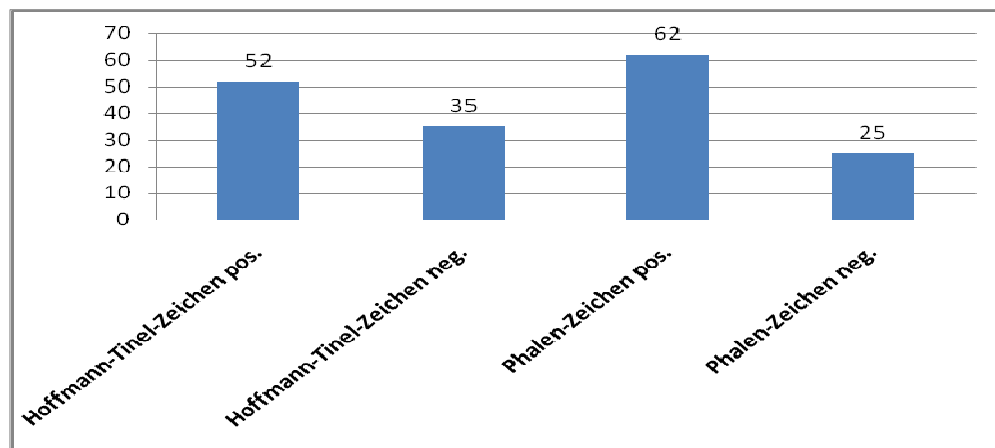
3.6.1 Hoffmann-Tinel Zeichen

Das Hoffmann-Tinel-Zeichen war präoperativ bei 52 (60%) der betroffenen Hände positiv.

3.6.2 Phalen Zeichen

Das Phalen Zeichen war bei 62 (71%) der betroffenen Hände präoperativ auslösbar.

Abbildung 19: Klinische Tests (n=87)



3.7 Thenaratrophie

Es wurden 4 Gruppen unterschieden.

Normal= keine Atrophie feststellbar

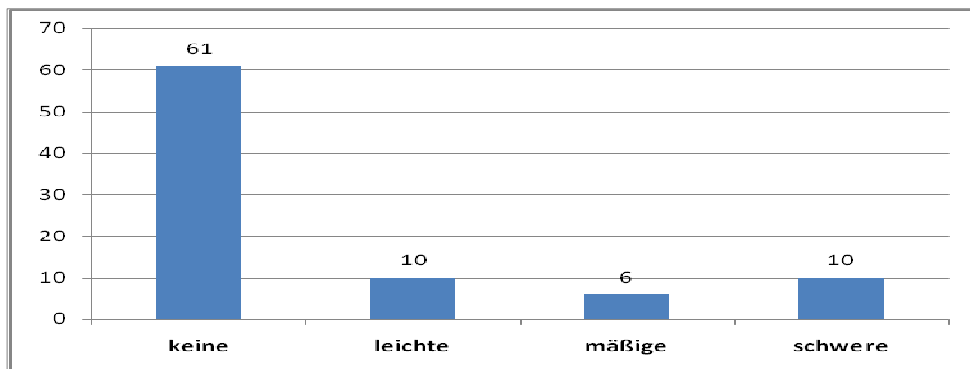
Leichte Atrophie

Mäßige Atrophie

Schwere Atrophie

Präoperativ wurde an 26 (30%) Händen eine Thenaratrophie festgestellt. Davon 10 (38%) leichte Atrophien, 6 (7%) mäßig ausgeprägt und 10 (38%) Hände mit schwerer Atrophie der Thenarmuskeln. Hier ist zu beachten, dass bei einigen Patienten, bedingt durch unterschiedliche Erkrankungen, wie z. B. Rhizarthrose oder cervicale Neuropathien, gemischte Formen der Thenaratrophie vorkommen, so dass die postoperativen Ergebnisse bezüglich der Besserung der Thenaratrophie kritisch beurteilt werden sollten.

Abbildung 20: präoperatives Thenaratrophieausmaß (n=87)



3.8 Neurophysiologische Untersuchungen

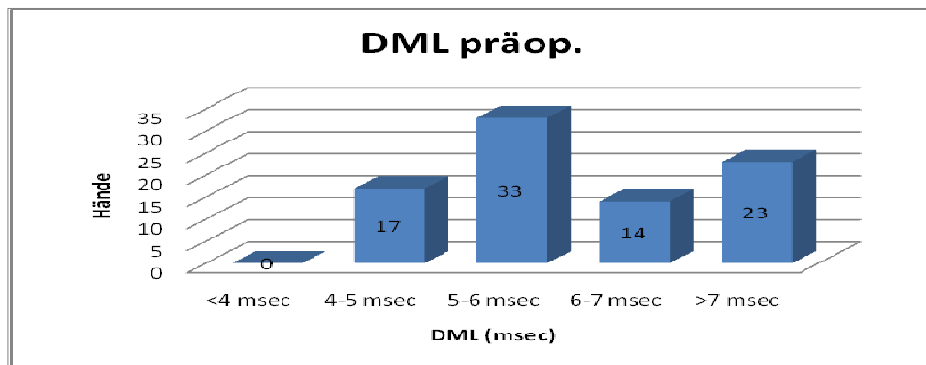
Die neurographische Untersuchung der Patienten wurde präoperativ zur Bestätigung des Karpaltunnelsyndroms in der orthopädischen Abteilung des Klinikum Uckermark mit einem EMG-Gerät durchgeführt. Bei zwei Patienten (2 Hände) lagen die neurographischen Untersuchungen der neurologischen Abteilung des Hauses, durchgeführt mit demselben Gerät, vor. Die Reizung und die Ableitung des Nervenaktionspotentials wurden bei allen Patienten mittels Oberflächenelektroden durchgeführt. Mehrere elektrophysiologischen Parameter wurden bestimmt. Da die distale motorische Latenz (DML) eine zuverlässige und gleichzeitig einfache elektro-neurographische Untersuchung mit relativ hoher Spezifität beim Karpaltunnel-syndrom darstellt (Assmus 2003, Rath et al. 1997), wurden die distalen motorischen Latenzwerte bei Patienten postoperativ nachgemessen.

Zur besseren Übersicht wurden die Patienten in 5 Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: DML <4 msec
- Gruppe 2: DML 4-<5 msec
- Gruppe 3: DML 5-<6 msec
- Gruppe 4: DML 6-<7 msec
- Gruppe 5: DML 7 msec und länger

Präoperativ hatten alle Patienten DML Werte über 4 msec. 17 Hände (20%) zeigten eine DML von unter 5 msec, 33 (38%) eine DML von 5 bis unter 6 msec. Bei 14 Händen (16%) waren DML Werte zwischen 6 bis 7 msec. 23 Hände (26%) hatten DML Werte von 7 und höher.

Abbildung 21: präop. DML-Werte (n=87)



3.9 Begleiterkrankungen des Karpaltunnelsyndroms

In 11 Fällen (13% der operierten Hände) berichteten die Patienten über eine stattgehabte oder persistente Tendovaginitis stenosans der Finger.

3.10 Vorkommen der mit dem Karpaltunnelsyndrom assoziierten Erkrankungen

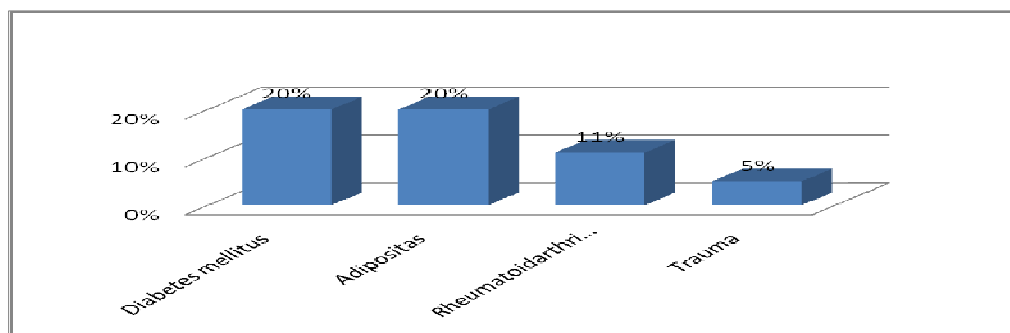
Fünf ätiologische Faktoren wurden erfragt:

- 1) Adipositas (BMI > 30)
- 2) Diabetes mellitus
- 3) Rheumatoidarthritis
- 4) Trauma des Handgelenkes
- 5) Dialyse

Unter den gesamten Patienten fanden sich keine Dialyse-Patienten.

13 Patienten waren Diabetiker; 13 waren adipös, 7 Patienten gaben an, an Rheumatoidarthritis erkrankt zu sein. Anamnestic Angaben über eine Fraktur machten 3 Patienten (5%).

Abbildung 22: Mit KTS assoziierte Erkrankungen (n=61)



4. Methodik

Alle Patienten die im Zeitraum vom 06.09.2000 bis 30.07.2001 an einem Karpaltunnelsyndrom in der orthopädischen Abteilung des Klinikums Uckermark operiert wurden, fanden Eingang in die Studie. Die Patienten wurden anhand der archivierten Operationsbücher erfasst. Die relevanten Daten wurden auf standardisierten Auswertungsbögen dokumentiert (s. 4.1). Die Einladung zur Untersuchung erfolgte telefonisch und z.T. schriftlich. Von 68 Patienten (=94 Hände) nahmen 61 Patienten (=87 Hände) an der Nachuntersuchung teil. Sechs Patienten lehnten die Nachuntersuchung aus v.a. zeitlichen und transportbedingten Gründen (ländliche Struktur, z.T. Fahrten von über 1-2 Stunden) ab. Diese 87 operierten Hände wurden nachuntersucht (92,5%). Auch bei der Betrachtung des Gesamt-Patientengutes finden nur diese 61 Patienten mit 87 Karpaltunnelspaltungen Berücksichtigung. Nach Abschluss der Erhebungen, klinischen und elektrophysiologischen Untersuchungen wurden die gesamten Daten sortiert, berechnet und statistisch ausgewertet. Nachuntersuchungen fanden im Zeitraum vom 02.11.2001 bis 16.09.2002 mit einem durchschnittlichen Follow-up von 14 Monaten (9 bis 23 Monaten) nach der Operation statt. Dieser Zeitraum wurde gewählt, um möglichst endgültige Ergebnisse von Funktionsbeeinträchtigungen des N. medianus zu erfassen.

4.1 Erhebungsbogen-Aktenauswertung

Die relevanten Patientendaten wurden anhand der Angaben in den Patientenakten und der postoperativen Befragungen sowie der klinischen und neurophysiologischen Untersuchungen erfasst.

Erhebungsbogen

Name
Vorname

Geschlecht (m/w)
Geburtsdatum
Beruf
Op-Datum

I. Präoperativer Befund

1. Klinische Symptome
 - Nächtliche Schmerzen
 - Nächtliche Parästhesien
 - Schmerzen bei Belastung
 - Ruheschmerzen
 - Subjektive Kraftminderung
 - Sensibilitätsstörung
 - Trophische Störung -Kältegefühl

2. Körperliche Untersuchung
 - Bewegungseinschränkung
 - Phalen-Zeichen
 - Tinel-Zeichen
 - Sensibilitätsstörung
 - Motorische Ausfälle
 - Thenaratrophy
 - Größe
 - Gewicht

3. Elektrophysiologische Untersuchung
 - motorische distale Latenz
 - NLG prox
 - NLG dist

4. Röntgenaufnahme (Carpaltunnelaufnahme, Handgelenk in 2 Eb.)
 - Unauffällig
 - Pathologisch

5. Begleiterkrankungen
 - Diabetes mellitus
 - Rheumatoide Arthritis
 - Adipositas
 - Trauma
 - Ringbandstenose

II. Therapie

1. Operationsverfahren
 - offen

2. Art der Anästhesie
 - Allgemeinanästhesie
 - Plexusanästhesie

3. Intraoperative Komplikationen
 - Nervenverletzung
 - Gefäßverletzung

4. Perioperative Bedingungen
medikamentöse Thromboseprophylaxe
Operateur
Facharzt
Weiterbildungsassistent
Operationsdatum

III. Postoperativer Verlauf

Komplikationen:
Thrombose/Embolie
Wundheilungsstörung
Nachblutung
Hämatom
Chron. Schmerz
Narbenschmerz
Sensibilitätsstörung
Motorische Ausfälle/Schwäche
Lokale vegetative Störung
Rezidiv

IV. Nachuntersuchung

Datum Tag/Monat/Jahr --- Monate postop.

Befund

subjektiv: sehr zufrieden
 zufrieden
 nicht zufrieden
 Beschwerden so wie vor der OP
 Beschwerden schlimmer als vor der Op
 Sonstiges

Objektiv:
 Phalen-Zeichen
 Tinel-Zeichen
 Sensibilitätsstörung
 Motorische Schwäche
 Thenaratrophie
 Narbendruckdolenz

Elektrophysiologische Kontrolluntersuchung

motorische distale Latenz

4.2 Fragebogen

Der folgende Fragebogen basiert auf der Boston questionnaire.

Wie schwer sind Ihre Handbeschwerden nachts?

1. nachts habe ich keine Handschmerzen.
2. leichte Schmerzen
3. mäßige Schmerzen
4. starke Schmerzen
5. sehr starke Schmerzen

Wie oft mußten Sie nachts aufgrund der Handschmerzen in den letzten zwei Wochen aufwachen?

1. gar nicht
2. Einmal
3. Zwei oder drei Mal
4. Vier oder fünf Mal
5. Öfter als fünf Mal

Haben Sie tagüber Schmerzen in der Hand?

1. tagsüber keine Schmerzen
2. tagsüber leichte Schmerzen
3. tagsüber mäßige Schmerzen
4. tagsüber starke Schmerzen
5. tagsüber sehr starke Schmerzen

Wie oft haben Sie tagüber Schmerzen in der Hand?

1. gar nicht
2. Ein oder zwei Mal
3. Drei bis fünf Mal
4. Öfter als fünf Mal
5. ich habe ununterbrochen Schmerzen in der Hand

Wie lange dauert tagüber eine Schmerzphase im Durchschnitt?

1. tagsüber keine Schmerzen
2. weniger als 10 min
3. 10 bis 60 min
4. über 1 Stunde
5. ich habe tagsüber ununterbrochen Schmerzen in der Hand

Haben Sie Taubheitsgefühl in der Hand?

1. nein
2. leicht
3. mäßig
4. stark
5. sehr stark

Haben Sie Schwäche in der Hand?

1. Nein

2. leicht
3. mäßig
4. stark
5. sehr stark

Haben Sie Kribbeln in der Hand?

- nein
- leicht
- mäßig
- stark
- sehr stark

Wie schwer/schlimm sind das Taubheitsgefühl und das Kribbeln nachts?

1. Kein Taubheitsgefühl oder Kribbeln
2. leicht
3. mäßig
4. stark
5. sehr stark

Wie oft mußten Sie nachts aufgrund des Taubheitsgefühls oder Kribbelns in den letzten 2 Wochen aufwachen?

1. gar nicht
2. Ein oder zwei Mal
3. Drei bis fünf Mal
4. Öfter als fünf Mal
5. ich habe ununterbrochen Schmerzen in der Hand

Haben Sie Schwierigkeiten beim Greifen oder Gebrauch von kleinen Objekten wie Schlüssel oder Kugelschreiber?

1. nein
2. leichte Schwierigkeiten
3. mäßige Schwierigkeiten
4. starke Schwierigkeiten
5. sehr starke Schwierigkeiten

Haben Sie Schwierigkeiten bei den folgenden Tätigkeiten?

	Keine	leichte	mäßige	schwere	nicht möglich
Schreiben					
Auf- und Zuknöpfen					
Halten eines Buches beim Lesen					
Halten des Telefonhörers					
Haushaltstätigkeiten					
Tragen von Einkaufstaschen					
Baden und Anziehen					

4.3 OPERATION

4.3.1 Operationsindikation

Die Operationsindikation wurde bei allen Patienten zunächst vom Hausarzt oder Facharzt (Orthopädie, Neurologie, Chirurgie) gestellt. Alle Patienten wurden von ambulant tätigen Kollegen zur neurophysiologischen Untersuchung in der Ambulanz der orthopädischen Abteilung vorgestellt (2 Patienten=2 Hände kamen mit den neurographischen Befunden aus der Neurologischen Abteilung des Hauses). Bei der neurophysiologischen Untersuchung wurden die anamnestischen und klinischen Befunde mit erhoben und die OP-Indikation erneut überprüft und bestätigt.

4.3.2 Anästhesieverfahren

81 Operationen (93%) wurden in Plexusanästhesie und 6 (7%) in Allgemeinnarkose durchgeführt. Andere Anästhesieverfahren wurden nicht angewendet.

4.3.3 Operationstechnik und –durchführung

Alle Patienten wurden mit der offenen operativen Technik in Blutsperrung operiert.

Der Patient wird auf dem Rücken gelagert. Eine pneumatische Oberarmblutsperrung wird angelegt und ein Druck von 300 mmHG erzeugt. Steriles Abdecken und Desinfektion der gesamten Hand bis zu Mitte des Unterarmes. Die Hautinzision erfolgt 1 cm unterhalb der Rascetta ulnar von der Palmaris-longus-Sehne in Richtung der III/IV-Interdigitalfalte.

Abbildung 23: Schnittführung



Durchtrennung der Subkutis unter Beachtung und Schonung des epi- oder subfaszial verlaufenden ulnaren Seitenastes des Ramus palmaris, subtile Blutstillung mit der bipolaren Pinzette.

Abbildung 24: Palmaris longus



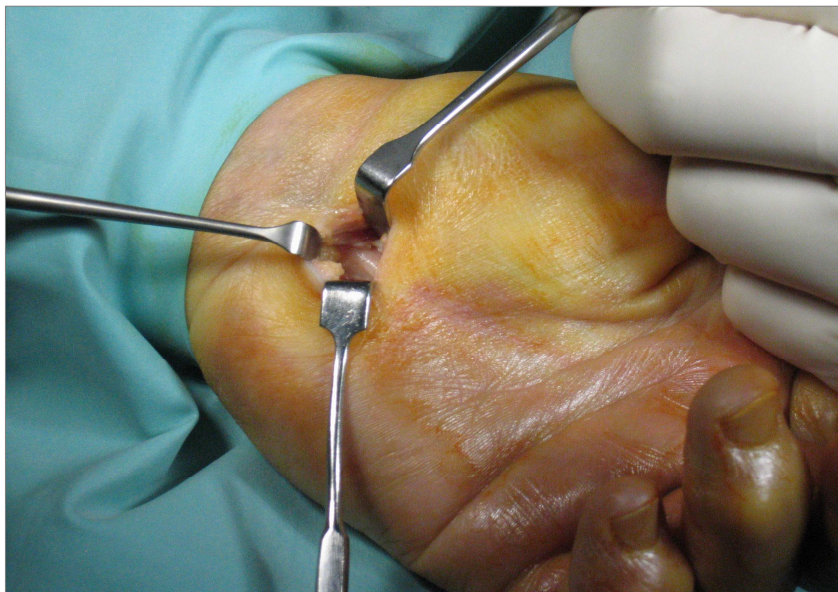
Nun erfolgt die Längsspaltung der Palmarfaszie. Das darunterliegende ulnare Fettgewebe wird mit einem kleinen Langenbeckhaken nach ulnar weggehalten, ein anderer Langenbeckhaken wird radial zur Spreizung des Operationsgebiets eingesetzt. Nun wird mit einer spitzen Schere das Retinakulum flexorum an der proximalen Drittelgrenze vorsichtig inzidiert. Der N. medianus wird sichtbar.

Abbildung 25: Spaltung des Retinaculum flexorum



Eine gebogene Führungsrinne wird vorsichtig schrittweise ulnar des Nerven durch die Inzision in den Kanal nach distal vorgeschoben. Die Führungsrinne bleibt unmittelbar unter dem Retinakulum; dabei sollte auf den N. medianus kein Druck ausgeübt werden. Das Ende der Rinne zielt auf Interdigitalraum III/IV. Das Retinakulum wird sorgfältig unter Kenntnis des motorischen Thenarastes, welcher proximal oder auch interligamentär verlaufen kann, unter Sicht gespalten. Beim Sichtbarwerden des Fettgewebes in der Hohlhand ist vom distalen Ende des Retinakulums auszugehen. Ein weiteres Vorgehen nach distal wird vermieden, um keine Läsion der Hohlhandarterien zu bewirken. Nun wird die Rinne herausgezogen und nach proximal unmittelbar unter das Retinakulum geschoben. Der verbliebene proximale Anteil des Retinakulums wird schrittweise unter Sicht durchtrennt. Die gebogene Führungsrinne wird so weit hindurch geschoben bis ihre stumpfe Spitze proximal des Retinakulumendes subkutan zu palpieren ist. Nach kompletter Durchtrennung des Retinakulums flexorum erfolgt die Blutstillung mit der bipolaren Pinzette.

Abbildung 26: Überprüfung kompletter Retinakulumspaltung; N. medianus sichtbar



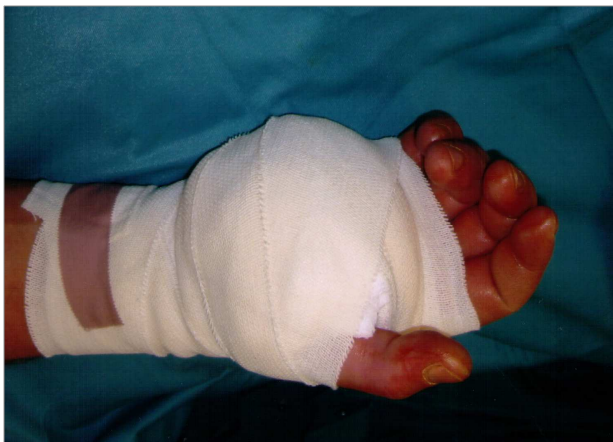
Auf die Einlage einer Redondrainage wird verzichtet. Die Hautnaht erfolgt mit 2-4 Einzelknopfnähten.

Abbildung 27: OP-Naht



Ein mäßig komprimierender Verband wird angelegt. Die Blutsperre wird geöffnet.

Abbildung 28: Postoperativer Verband



4.3.4 Nachbehandlung

Der Verband wurde am nächsten Tag entfernt, die Wunde inspiziert. Erneut wurde ein leicht komprimierender Verband für weiter 3 Tage empfohlen. Die Weiterbehandlung erfolgte bei dem überweisenden niedergelassenen Kollegen. Die Patienten wurden darauf hingewiesen, die Hand in den ersten 3-5 Tagen hochzulagern, die Finger zu bewegen und Schonhaltungen an Ellen- und Schultergelenken zu vermeiden. Das Tragen einer Gipsschiene oder einer Bandage wurde nicht befürwortet. Die Fäden wurden ambulant 12-14 Tage postoperativ ambulant entfernt.

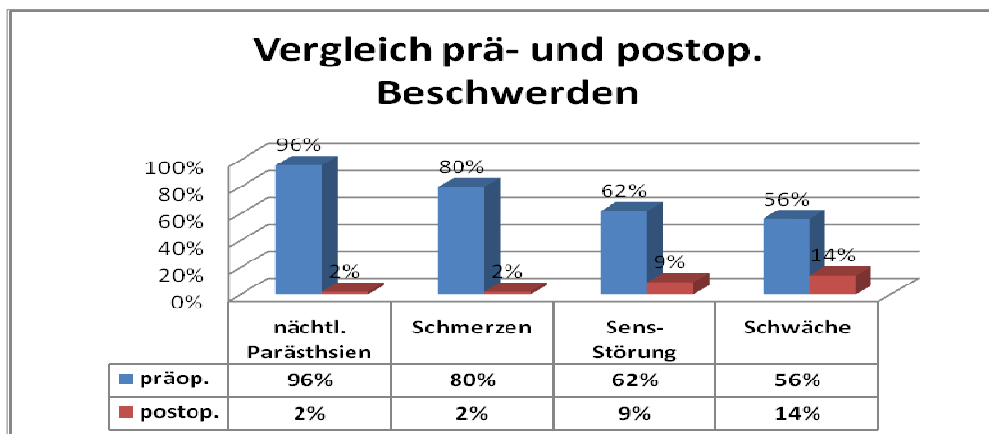
5. Nachuntersuchungsergebnisse

Bei der Kontrolluntersuchung konnten 61 von 68 Patienten (90%) erfasst werden; dies entspricht 87 von 94 (93%) operierten Händen. Wie oben beschrieben wurden die Verlaufsdaten, u.a. subjektive Beschwerden, Komplikationen, Rezidive, sowie der klinische Befund, u.a. Tinel-Test, Phalen-Test, Muskelschwäche, Thenar-atrophieausmaß und neurographische Parameter erhoben.

5.1 Subjektive Beschwerden

Präoperativ war die häufigste Störung die typische nächtliche Parästhesien mit 96%. Postoperativ klagte 1 Patient (1% Hand) weiterhin über diese Symptome. Die Schmerzen mit 80% präoperativ verringerten sich postoperativ auf 2 Hände (2%), darunter 1 Patient mit persistierender Schmerzsymptomatik und 1 Patient mit postoperativen leicht-mäßigen Narbenschmerzen. Präoperativ waren in 62% der betroffenen Hände Hyp- oder Parästhesien auch tagsüber vorhanden. Postoperativ waren es 8 Hände (9%), davon 5 deutlich weniger als präoperativ. Subjektiv gespürte Schwäche war präoperativ bei 56% der Hände präsent. Postoperativ waren es 13 Hände (14%).

Abbildung 29: Vergleich prä- und postop. Beschwerden (n=87)



5.2 Klinische Untersuchungen

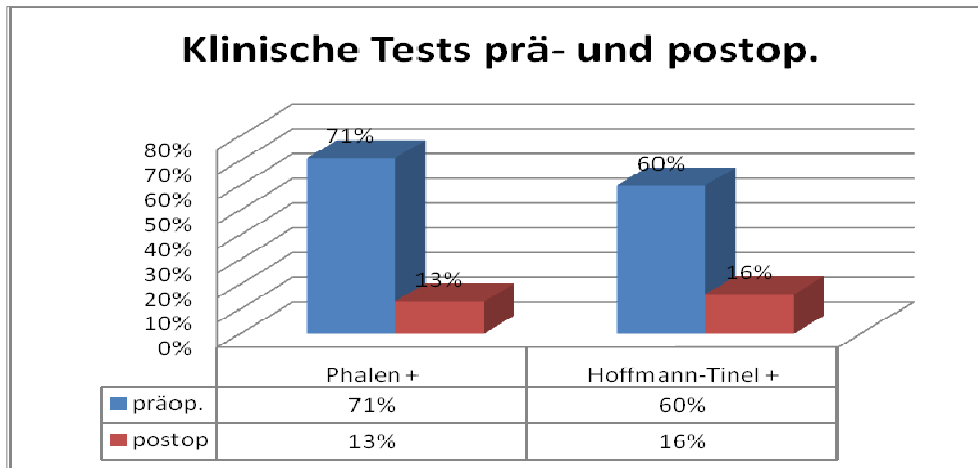
5.2.1 Hoffmann-Tinel-Test

Von präoperativ 52 positiv getesteten Händen mit Hoffmann-Tinel-Zeichen (60%) waren postoperativ 14 Hände (16%) beim Test positiv.

5.2.2 Phalen-Test

Das Phalen Zeichen war bei 62 (71%) der betroffenen Hände präoperativ auslösbar. Postoperativ war es bei 11 Händen (13%) nachweisbar.

Abbildung 30: Vergleich positive klinische Tests prä und postop. (n=87)

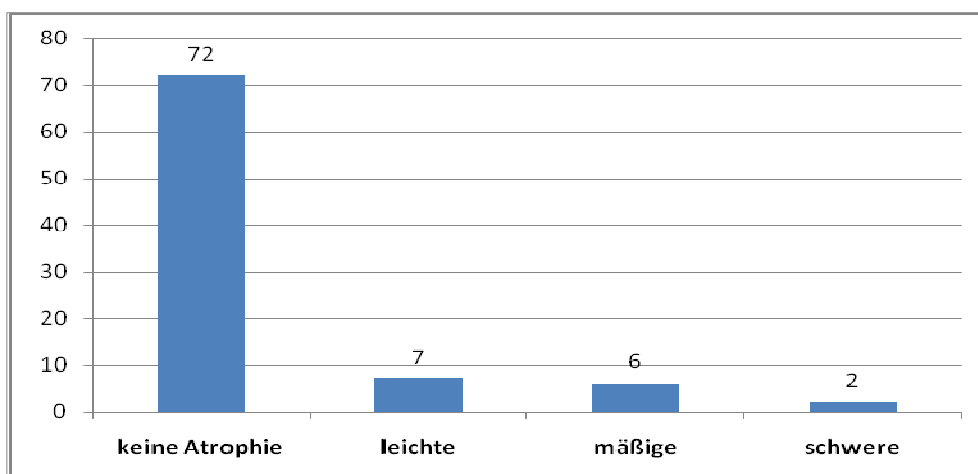


5.3 Thenaratrophie:

Präoperativ wurde an 26 (30%) Händen eine Thenaratrophie festgestellt

Postoperativ fanden sich 15 (17%) Hände mit Thenaratrophie, davon 7 leichte, 6 mäßig und 2 schwer ausgeprägt. Keine Atrophie wurde bei 72 Händen (83%) festgestellt. Neue Fälle kamen nicht hinzu. 11 (42%) der präoperativ atrophierten Thenarmuskeln zeigten eine vollständige Besserung der Atrophie.

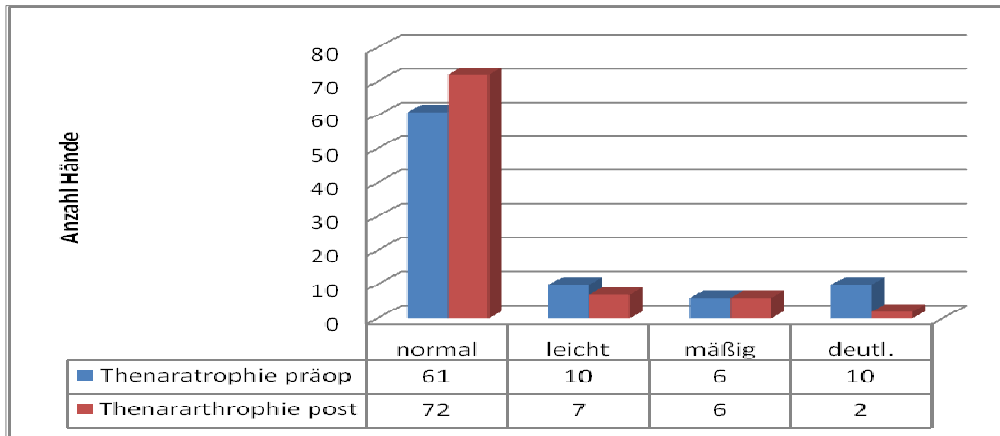
Abbildung 31: Thenartrophie postoperativ (n=87)



Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich prä- und postoperativ.

Abbildung 32:

Vergleich der Thenararthrose prä- und postoperativ (n=87)



5.4 Neurophysiologische Nachuntersuchung

Die postoperative DML zeigte eine deutliche Besserung. 37 Hände (43%) zeigten postoperativ normalisierte Werte (<4 msec). 48 Hände (55%) lagen zwar über 4 msec, waren jedoch deutlich gebessert. Bei 2 Händen (2%) war die postoperativ gemessene DML minimal verschlechtert (von 5.0 zu 5.04 msec bzw. von 4.30 zu 4.56 msec).

Abbildung 33: postoperative DML (n=87)

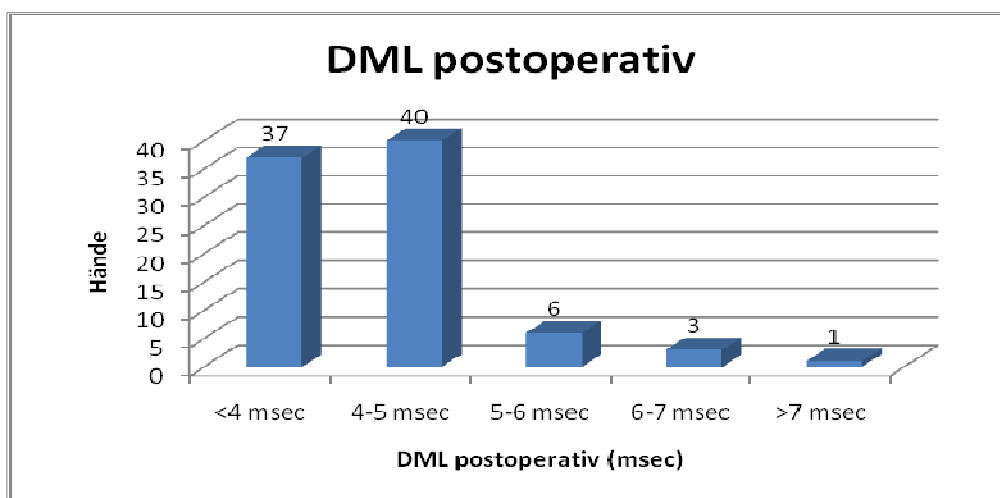


Abbildung 34: Vergleich der DML prä- und postoperativ (n=87)

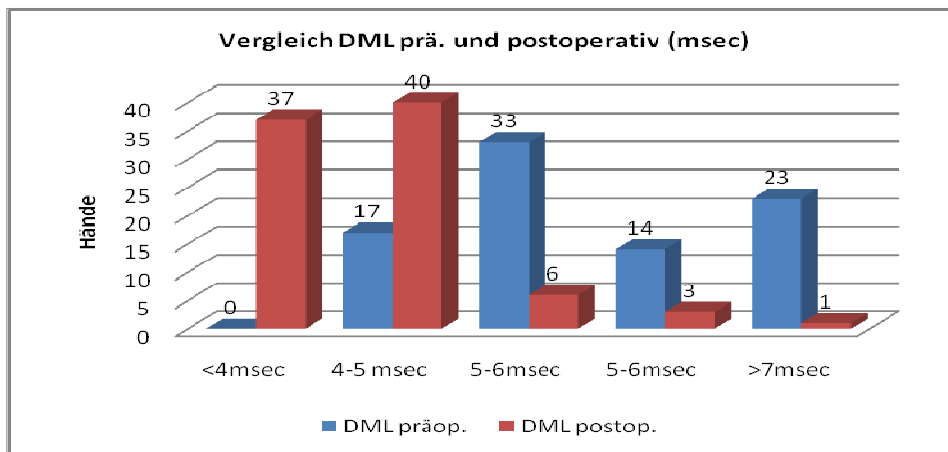
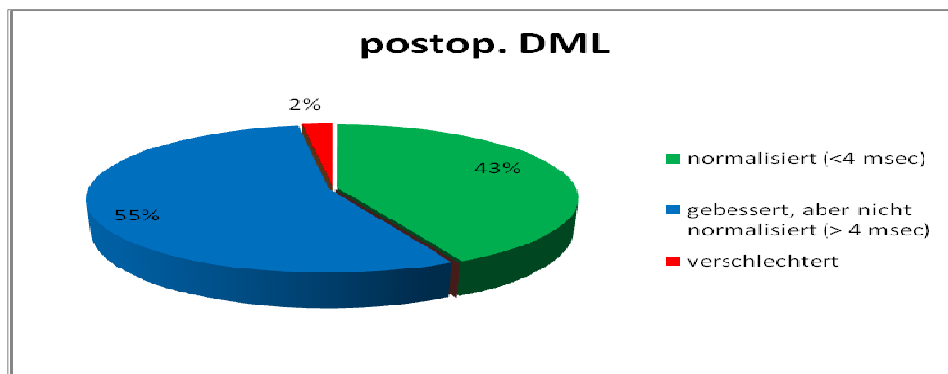


Abbildung 35: Veränderungen der DML (n=87)



Die DML-Veränderungen in den jeweiligen Gruppen wurden zusätzlich untersucht. In der Patientengruppe mit den DML-Werten von 4-5 msec konnte festgestellt werden, dass 9 von 17 Händen (53%) sich postoperativ normalisierten (DML <4 msec). In der Gruppe mit den präoperativ gemessenen DML von 5-6 msec betrug die Normalisierungsrate 60% (20 von 33 Händen). Die Normalisierungsraten in den Gruppen mit einer DML von 6-7 msec und >7 msec waren 36% (5 von 14 Händen) bzw. 13% (3 von 23 Händen).

Normalisierungsrate der DML

Gruppe 1:	DML 4-5 msec	53%
Gruppe 2:	DML 5-6 msec	60%
Gruppe 3:	DML 6-7 msec	36%
Gruppe 4:	DML >7 msec	13%

5.5 Komplikationen

1 Patient (1 Hand) berichtete über eine kurzfristige Wundheilungsstörung, welche ohne antibiotische Therapie und ohne operative Revision innerhalb von 3 Wochen ausheilte. Bei keinem der Patienten entwickelte sich ein M. Sudeck. Postoperative Blutung, Thrombose und Bewegungseinschränkungen kamen nicht vor. 1 (1%) Patient klagte über Narbenbeschwerden. Eine Intervention mittels Physiotherapie, Salbentherapie oder Kortikoidinfiltration wurde von dem Patienten aufgrund nicht-gravierender Schmerzen jedoch abgelehnt.

5.6 Rezidiv

Ein Patient (1%) gab an, nach einem relativ beschwerdearmen Intervall von ca. 5 Monaten erneut die präoperativen Beschwerden zu spüren. Es handelt sich wahrscheinlich um ein Rezidiv, möglicherweise verursacht durch postoperativen Verwachsungen/Vernarbungen, wobei eine inkomplette Durchtrennung des Retinaculum flexorum nicht auszuschließen ist, denn der Patient berichtet, dass die Beschwerden zwar nach der Operation in der Anfangsphase gelindert waren, aber ein völliges schmerzfreies Intervall nicht zustande kam. Nach ca. 5 Monaten waren die präoperativen geschilderten Symptome erneut in vollem Umfang wieder vorhanden. Differentialdiagnostisch war die Anamnese leer. Ein Double-crush Syndrom war anamnestisch, klinisch und elektrophysiologisch ausgeschlossen. Bei eindeutigen anamnestischen, klinischen und neurophysiologischen Werten für das Vorliegen eines KTS war eine operative Revision indiziert. Der Patient wurde ausführlich darüber aufgeklärt. Die operative Revision wurde vom Patienten jedoch abgelehnt.

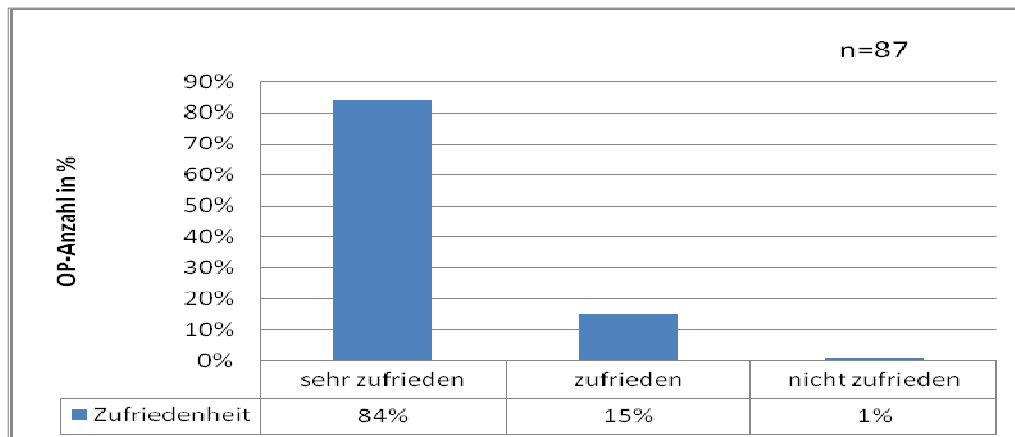
5.7 Patientenzufriedenheit

- In 85% der operierten Fälle (74 operierte Hände) waren die Patienten mit den Ergebnissen der OP „sehr zufrieden“.
- In 14% der operierten Fälle (12 Hände) waren die Patienten „zufrieden“.
- 1 Patient (1%) war mit dem OP-Ergebnis „unzufrieden“ (Rezidiv).

Selbst von den Patienten, die auch postoperativ Sensibilitätsstörungen und motorischen Schwäche schilderten, wurde das Operationsergebnis, aufgrund der

Beseitigung der nächtlichen Symptome und Schmerzen in der Regel als „zufrieden“ benotet. Damit war das Hauptkriterium bezüglich der Beurteilung der Operationszufriedenheit seitens der meisten Patienten die Beseitigung der nächtlichen Missempfindungen, Schmerzen und Schlafstörungen und weniger die motorische Schwäche und die Atrophie.

Abbildung 36: Patientenzufriedenheit



6. Diskussion

Das Karpaltunnelsyndrom ist das häufigste Nervenkompressionssyndrom (Assmus 2003, Luchetti und Amadio 2007, Pfeffer et al. 1988). Die ersten Beschreibungen stammen aus dem Jahre 1854 von Paget. Die erste Operation ist bereits 1930 von James Learmonth (Learmonth 1933), nach anderen Angaben 1924 von Herbert Galloway durchgeführt worden (Amadio 1995). Phalen, als „Vater der Karpaltunneloperation“ hat den größten Beitrag zur Bekanntmachung des KTS geleistet (Tackmann et al. 1989).

Die nächtlichen Par- und Dysästhesien sind nahezu pathognomonisch für diese Erkrankung (Assmus 2003). Die Diagnosestellung basiert auf den typischen anamnestischen Angaben - als Wichtigstes: Brachalgia paraesthetica nocturna, aber auch die Sensibilitätsstörung im Versorgungsbereich des N. medianus, Abspreiz- und weniger Oppositionsschwäche des Daumens und die Thenaratrophy.

Die klinischen Tests, wie Hoffmann-Tinel- und Phalen-Test sind relativ unspezifisch und haben keine ausreichende diagnostische Genauigkeit (Krom et al. 1990, Mondelli et al. 2001). Die elektrophysiologischen Tests sind zur Bestätigung der Diagnose, aber auch zur Verlaufskontrolle erforderlich (Assmus 2003, Behse 2002, Stöhr et al. 2002, Tackmann et al. 1989). Weitere apparative Untersuchungen wie Magnetresonanztomographie, Computertomographie oder Sonographie sind in der Diagnostik des Karpaltunnelsyndroms nicht erforderlich. Bei unerklärlichen Rezidiven und bei speziellen Fragestellungen können die o.g. diagnostischen Mitteln zur Abklärung eingesetzt werden.

In den frühen Phasen der Erkrankung und in leicht-mittelschweren Verläufen kann die konservative Therapie zu einer Besserung der Symptomatik führen. Die Ergebnisse der konservativen Therapie sind jedoch von kurzer Dauer. Kommt es unter der konservativen Therapie zu keinem anhaltenden Erfolg, so ist auch hier die operative Revision indiziert, um z.T. irreversible Läsionen zu vermeiden (Gerritsen et al. 2002). Die effektivsten konservativen Therapien sind nächtliche Schienung für vier Wochen (Gerritsen et al. 2002, Manente et al. 2001, Walker et al. 2000) und lokale Applikation von Kortikoidpräparaten in den Karpalkanal. Die orale Kortikoidgabe ist

weniger effektiv und sollte wegen des Auftretens möglicher Nebenwirkungen vermieden werden (Dammers et al. 1999, Herskovitz et al. 1995, Wong et al. 2001).

Die operative Therapie ist zu empfehlen, wenn manifeste sensible oder motorische Störungen vorliegen, oder wenn die nächtliche Parästhesien trotz konservativer Therapie die Nachtruhe stören und den Leidensdruck erhöhen. Bei der Beurteilung der OP-Indikation sind die subjektiven klinischen Beschwerden ausschlaggebend. Die elektrophysiologische Untersuchung ist zum Ausschluss differentialdiagnostisch infrage kommender Erkrankungen unentbehrlich.

Das Ziel der operativen Therapie ist es, durch die Spaltung des Retinaculum flexorum den N. medianus zu dekomprimieren. Die komplette Durchtrennung des Retinakulums ist wichtig, um eine Persistenz der Symptomatik und damit eine Re-Operation zu vermeiden. Neurolysen und Epineurotomien sind bei der Erstoperation grundsätzlich zu vermeiden, da eine Verbesserung der Operationsergebnisse damit nicht zu erreichen ist. Vielmehr kann es iatrogen zu Verklebungen kommen (Mackinnon et al. 1991, Scholten 2004). Eine Darstellung des motorischen Thenarastes und dessen Dekompression in einer Erstoperation ist ebenso zu unterlassen. Verschiedene Autoren stellen fest, dass die alleinige komplette Retinakulumspaltung für die Beseitigung der Nervenkompression ausreichend ist (Assmus 2003, Shum et al. 2002).

Unter den operativen Therapien konkurrieren die offenen und endoskopischen Techniken miteinander.

Die endoskopische Operation hat folgende Vorteile:

- Weniger schmerzhaftes Narben durch das Vermeiden des Haut-, Subkutangewebs- und des Palmarfazienschnitts und damit durch Nichtverletzung der Seitenäste des Ramus palmaris des N. medianus (Trumble et al. 2001).
- Bessere ästhetische Ergebnisse
- Weniger Kraftminderung der Hand; langfristig jedoch keine Unterschiede zu offener Technik (Richter und Brüser 1996).
- Häufiger kürzerer Arbeitsunfähigkeitszeiten

Die Nachteile des endoskopischen Verfahrens sind:

- Häufigere Nerven- und Gefäßverletzungen im endoskopischen Verfahren als in der offenen Technik (Schenck 1995): Verletzung des N. ulnaris, des Thenarastes, der sensiblen Fingernerven und des arteriellen Hohlhandbogens
- Höhere Kosten
- Längere Lernkurven mit besonderer Häufung der Komplikationen in der Lernphase (Assmus 2003, Schenck 1995)
- Nicht durchführbar bei Patienten, deren Handgelenk eine Dorsalextension nicht zulässt.

Scholten findet bei systematischer Überprüfung von 33 Studien von 1980 bis 2006 keine wesentlichen Argumente für die endoskopische Technik (Scholten et al. 2007). Vossen stellt nach systematischer Überprüfung der Reinterventionsfälle nach endoskopischen Operationen fest, dass in Anbetracht der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der offenen und endoskopischen Methoden, die Indikation zur endoskopischen Karpaltunnelspaltung kritisch gestellt werden muss (Vossen et al. 2007).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 87 operierte Hände (61 Patienten), die im Zeitraum vom 06.09.2000 bis 30.07.2001 im Klinikum Uckermark in einer offenen Technik operiert wurden, nachuntersucht. Das Ziel der Arbeit war es, die postoperativen Ergebnisse mit denen anderer Operationstechniken zu vergleichen und damit die OP-Erfolge zu bestimmen und zu beurteilen. Die Nachuntersuchungen fanden in einem durchschnittlichen Follow-Up von 14 Monaten nach der Operation statt. Dieser Zeitraum wurde gewählt, um möglichst endgültige Ergebnisse von Funktionsbeeinträchtigungen des N. medianus zu erfassen.

Die Problematik einer retrospektiven Untersuchung war uns bewusst. Die Datenerhebung ist in Bezug auf konkrete Fragestellungen von der vollständigen Dokumentation der Krankenakten abhängig. Dieses Kriterium war nicht bei allen Krankenblättern erfüllt, so dass auf die Erfassung und Bewertung gewisser klinischer Tests wie z.B. Test nach Brain oder des Flaschentests verzichtet wurde. Auch eine Erfassung der prä- und postoperativen Arbeitsunfähigkeitszeiten wurde unterlassen,

da eine große Anzahl der Patienten zu den Gruppen Rentnern oder Arbeitslosen gehörte. Es kann daher nicht Ziel der vorliegenden Arbeit sein, allgemeine Schlussfolgerungen zu allen bekannten Risikofaktoren, klinischen Tests und Arbeitsunfähigkeitszeiten zu ziehen. Vielmehr sollen eine kritische Darstellung der eigenen Ergebnisse nach einem offenen Karpaltunnelspaltungsverfahren in kurzer Schnitfführung und ein Vergleich erfasster Operationsergebnisse, aber auch Komplikationen und Rezidive zu denen der anderen Methoden und Autoren erfolgen.

Alle Patienten wurden in offener Technik mit einer kurzen palmaren Schnitfführung operiert. Im Klinikum Uckermark wurde auf die endoskopischen Verfahren, aufgrund der in der Literatur erwähnten intraoperativen Nerven- und Gefäßverletzungen verzichtet (Schenck 1995, Vossen et al. 2007). Die kurze Schnitfführung wurde gewählt, um ästhetisch annähernd ähnliche Ergebnisse wie bei den endoskopischen Verfahren zu erreichen. Auf die ausreichende Sicht bei der Operation wurde besonders Wert gelegt, um die Komplikationsrate soweit wie möglich minimal zu halten.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte folgendes festgestellt werden.

Das Verhältnis Frauen zu Männern lag bei 2,6:1. In der Literatur wird von einem Verhältnis von 2:1 bis 6:1 berichtet (Goga 1990, Mayer et al. 1989, Stevens et al. 1998, Tanaka et al. 1994).

Die Altersverteilung bei unseren Patienten zeigte eine Häufung zwischen 40. und 69. Lebensjahr (68%) und korreliert zu den Angaben anderer Autoren (Goga 1990, Mayer et al. 1989, Tanaka et al. 1994). Bei Männern war eine Kumulierung zwischen 60.-79. Lebensjahr zu beobachten. Der jüngste Patient zum Zeitpunkt der Operation war 37 und der älteste 87,5 Jahre alt.

42,6% unserer Patienten wurden an beiden Händen operiert. Benini und Cseuz berichteten, dass 43,8% bzw. 50% ihrer Patienten an beiden Händen operiert werden müssten. Ein signifikanter Unterschied zwischen der rechten und linken Seite war in unserem Patientenpool nicht festzustellen. Das Verhältnis rechts zu links war 1,23:1. Die Erkrankung ist häufig bilateral; die dominante Hand auch laut anderen Autoren häufiger betroffen (Benini 1974, Cseuz et al. 1966).

Bei 20% der Fälle waren die Patienten Diabetiker, in 20% der Fälle lag Adipositas vor. In 11% der Fälle wurde anamnestisch eine Rheumaerkrankung angegeben. In 5% der Fälle lag eine Traumaanamnese vor. Die o.g. assoziierten Erkrankungen oder Faktoren werden auch in anderen Studien als häufig vorkommende Erkrankungen beschrieben (Assmus 2003, Benini 1974).

Als häufigstes präoperatives Symptom wurde in 96% der Fälle die nächtliche Hyp- und Parästhesie angegeben. Die nächtlichen Parästhesien waren postoperativ rasch beseitigt (99%). Schmerzen wurden postoperativ nur von einem Patienten angegeben (1%). Postoperativ wurden in 9% der Hände mehr oder weniger Hyp- oder parästhesien geschildert (präoperativ waren es 62%). Subjektiv gespürte Schwäche reduzierte sich von 56% auf 14% der Hände.

Die klinischen Tests werden in der Literatur eher als unspezifisch beurteilt (Miedany et al. 2008). Auch in unserem Patientenpool fand sich ein positives Hoffmann-Tinel-Zeichen bei 60% der Hände präoperativ und bei 16% postoperativ (Phalen fand dieses Zeichen bei 60% seiner Patienten). Der Phalen-Test war präoperativ in 71% und postoperativ in 13% der Hände positiv (Phalen fand es bei 75% der Patienten positiv).

Beide Tests waren auch in einigen vollkommen beschwerdefreien Patienten postoperativ positiv, so dass diese Tests insbesondere bei der Beurteilung der Rezidive und ihrer Abgrenzung von anderen differentialdiagnostisch möglichen Ursachen einen geringen aussagekräftigen Wert haben.

Die neurophysiologischen Werte verbesserten sich postoperativ. 43% der Hände (n=37) zeigten postoperativ völlig normalisierte DML-Werte. Präoperativ fanden sich bei allen Patienten verlängerte DML-Werte. Zu beachten ist, dass die DML-Werte bei einigen Patienten, die objektiv und subjektiv vollkommen beschwerdefrei waren, nicht normalisiert waren.

Die Thenaratrophie war nicht in allen Fällen postoperativ beseitigt. Präoperativ fand sich bei 30% der Hände eine Thenaratrophie. 42% der atrophierten Hände waren postoperativ vollkommen normalisiert. 56% der thenaratrophierten Hände waren postoperativ z.T. gebessert. In 11% der atrophierten Hände konnte postoperativ keine

Besserung festgestellt werden. Neue Thenaratrophien als Ausdruck einer iatrogenen Verletzung des motorischen Astes intraoperativ waren nicht zu sehen. Auch andere Autoren stellen fest, dass die Thenaratrophie öfter postoperativ persistiert oder nur eine Teilbesserung aufweist (Assmus 2003, Rahnama 2000).

Ein Patient klagte über persistierende Narbenschmerzen bei Druckbelastung im Narbenbereich. Therapeutische Maßnahmen lehnte er aufgrund nicht-gravierender Symptomatik ab. Weitere Komplikationen wie Nerven- und Gefäßverletzungen, schwere Infektionen, und CRPS traten bei keinem der Patienten auf.

Ein Rezidiv wurde festgestellt. Ein Double-crush Syndrom wurde anamnestisch, klinisch und elektrophysiologisch ausgeschlossen. Eine erneute operative Therapie wurde jedoch von dem Patienten abgelehnt, so dass eine Differenzierung der Ursache (u.a. inkomplette Retinakulumspaltung vs. Verklebungen) nicht möglich war.

Bei der Befragung der Patienten bezüglich der Operationszufriedenheit zeigte sich, dass die Patienten vor allem die Beseitigung der Schmerzen und der nächtlichen Parästhesien verbunden mit der Schlafstörung als das Hauptkriterium gesehen haben. Die Muskelatrophie und die motorische Schwäche wurden von vielen Patienten als nicht störend bewertet. Die Patientenzufriedenheit war sehr hoch. Sehr zufrieden waren 85% der Patienten, 14% bezeichneten das Operationsergebnis als gut. 1% der Patienten war mit dem Operationsergebnis unzufrieden.

Das Ziel unserer Arbeit war neben der Erfassung der Zufriedenheit der Patienten, mögliche Komplikationen nach dieser Methode zu ermitteln, die postoperativen Ergebnisse mit denen anderer Autoren zu vergleichen, Korrekturen in der Operationsdurchführung vorzuschlagen oder die Operationstechnik in unserer Klinik weiterzuführen und ggf. weiterzuempfehlen.

Es liegen zahlreiche Arbeiten zur Beurteilung der Operationsergebnisse nach einer Karpaltunnelspaltung sowohl in der offenen als auch in der endoskopischen Technik vor. Es ist festzustellen, dass die Spaltung des Retinaculum flexorum unabhängig von der gewählten Operationstechnik zu einer Beseitigung oder deutlichen Besserung der Beschwerden führt. Die Zufriedenheit der Patienten ist mit dem Operationsergebnis bei allen Methoden hoch. Es stellt sich die Frage, welche der

konkurrierenden Methoden sicherer, komplikationsarmer, wirtschaftlicher und für die Patienten am meisten akzeptabel sind. Der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren, die die Retinakulumspaltung in einer Kurzschnitttechnik durchgeführt haben, ist folgendes:

Die Karpaltunnelspaltung in der Kurzschnitttechnik oder im Mini-Open-Verfahren ist von verschiedenen Autoren beschrieben worden (Bradley et al. 2003, Klein et al. 2002, Papadopoulos 2006, Schaller 2001). Klein et al. finden nach einer Nachuntersuchung der 104 Patienten, die in einer 1-Centimeter-Inzisionstechnik operiert wurden ein Rezidiv. Außer drei Fällen von postoperativen Wundinfekten wurden keine weiteren Komplikationen festgestellt. Die Patientenzufriedenheit war hoch (Klein et al. 2002). Bradley et al. berichten bei einem Follow-Up von 34 Karpaltunnelspaltungen im Mini-Open-Verfahren über keine postoperativen Komplikationen. 91% der Patienten waren in dieser Studie mit den Operationsergebnissen zufrieden (Bradley et al. 2003). Schaller berichtet über ähnliche Ergebnisse bei den Karpaltunnelspaltungen mit einer 1.5-cm-Inzision und in Langschnitttechnik (Schaller 2000). Papadopoulos findet bei der Nachuntersuchung von seinen 87 Patienten bis auf ein Rezidiv keine Komplikationen (Papadopoulos 2006). Trotz der kurzen Schnitfführung wurden in den oben genannten Arbeiten keine Nerven-, Gefäß- oder Sehnenverletzungen beobachtet. Die Zufriedenheitsrate unserer Patienten entspricht den Zahlen anderer Autoren (Bradley et al. 2003, Klein et al. 2002, Papadopoulos 2006, Schaller 2001). Auch wir konnten keine postoperativen Komplikationen im Sinne einer Nerven-, Gefäß- oder Sehnenverletzung feststellen. Wir stimmen mit den anderen Autoren überein, dass die Komplikationsrate bei korrekter und sorgfältiger Operationsdurchführung trotz einer kurzen Inzision minimal bleiben kann. Der ästhetische Vorteil einer kleineren Narbe macht diese Methode konkurrenzfähig zu dem endoskopischen Verfahren, so dass in Anbetracht der negativen Aspekte des endoskopischen Verfahrens, wie die lange Lernkurve, höhere Komplikationsrate und die Notwendigkeit der speziellen Instrumentariums, wesentliche Vorteile für die offene Technik in der Kurzschnitfführung ergibt.

Aufgrund der in dieser Arbeit vorgelegten Ergebnisse ist die angewandte Technik als erfolgreich und komplikationsarm einzustufen.

Diese operative Technik ist relativ einfach und bei guten anatomischen Kenntnissen als eine sichere Operationstechnik zu bewerten. Sie ist leicht erlernbar und benötigt keine lange Lernkurve. Eine Erweiterung des Schnittes bei anatomischen Variationen, Tumoren und anderen pathologischen Prozessen, oder zur ausgiebigen Synovektomien ist ohne weiteres möglich. Die Operationssicht ist optimal, daher das Risiko iatrogenen Nerven- und Gefäßverletzungen minimal. Schmerzhaftes Narbenbildungen werden selten gesehen. Aus ästhetischer Hinsicht ist das Ergebnis mit denen der endoskopischen Techniken zu vergleichen. Die Operationskosten liegen im Vergleich zu endoskopischen Methoden deutlich niedriger.

Aufgrund der o.g. Vorteile, in Anbetracht der Einfachheit der Operationstechnik, guter Ergebnisse, seltener Komplikationen und niedrigen Operationskosten empfehlen wir, dass diese Methode im Vergleich zu den endoskopischen Methoden vorgezogen werden soll.

7. Zusammenfassung

Das Karpaltunnelsyndrom ist das häufigste Nervenkompressionssyndrom. Die Diagnose basiert auf anamnestischen Angaben, aber auch auf klinischen Tests. Zur Diagnosesicherung und Verlaufskontrolle ist die elektrophysiologische Untersuchung erforderlich. Vor einer operativen Therapie sollten die konservativen Behandlungsmöglichkeiten berücksichtigt werden.

Unter den operativen Therapien konkurrieren die offenen und endoskopischen Techniken miteinander. Bei dem endoskopischen Verfahren kommt es weniger zu schmerzhaften Narben. Dafür ist das Risiko der Nerven- und Gefäßverletzungen im Vergleich zur offenen Technik größer. Die höheren Operationskosten sprechen ebenfalls gegen die endoskopischen Verfahren.

Die in dieser Arbeit vorgelegten Ergebnisse beziehen sich auf die offene Technik mit kurzer palmarer Schnitfführung. Nachuntersucht wurden 61 Patienten, die insgesamt an 87 Händen operiert wurden. Ziel der Arbeit war es, die Ergebnisse dieser Operationstechnik mit den Ergebnissen der anderen Verfahren wie endoskopischer Technik und offener Technik mit langer Schnitfführung, zu vergleichen. Bei der Nachuntersuchung erwies sich dieses Verfahren als sicher und erfolgreich. Komplikationen waren selten (1%). Als einzige Komplikation wurde eine schmerzhafte Narbe festgestellt. Ein Rezidiv (1%) fand sich unter allen untersuchten Händen. Die Ergebnisse wurden von Patienten überwiegend mit „sehr zufrieden“ (85%), „zufrieden“ 14% und „unzufrieden“ 1% beziffert.

Diese operative Technik ist relativ einfach und bei guten anatomischen Kenntnissen als sicher und erfolgreich zu bezeichnen. Eine Erweiterung des Schnittes ist möglich. Die OP-Sicht ist optimal und die Operationskosten niedrig. Schmerzhaftes Narbenbildungen sind selten und das ästhetische Ergebnis ist gut.

Aufgrund der o.g. Vorteile, in Anbetracht der Einfachheit der Operationstechnik, guter Ergebnisse, seltener Komplikationen und niedrigen Operationskosten empfehlen wir diese Methode als gute Alternative zu Langschnitfführung und zu endoskopischer Technik.

8. Literatur:

1. Agee IM, McCarrol HR, Tortosa RD, Berry DA, Szabo RM, Peimer CA. Endoscopic release of the carpal tunnel: A randomized prospective multicenter study. *J Hand Surgery*, 17A:6 1992:987-995.
2. Amadio PC. The first carpal tunnel release? *J Hand Surg (British and European Vol.)* 1995:40- 41
3. Armstrong T, Devor W, Borschel L, Contreras R. Intercarpal steroid injection is safe and effective for short-term management of carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve* 2004;29:82-88
4. Assmus H. *Nervenkompressionssyndrom*. Steinkopff Verl. 2003:33-75
5. Assmus H, Staub F. Karpaltunnelsyndrom-Rezidive bei Langzeithämodialyse. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005;37:158-166
6. Assmus H, Dombert T, Staub F. Rezidiv- und Korrekturingriffe beim Karpaltunnelsyndrom. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006;38:306-311
7. Aszmann OC, Kress KM, Dellon AL. Results of decompression of peripheral nerves in diabetics: a prospective, blinded study. *Plast Reconstr Surg* 2000;106:816
8. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosen I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA* 1999;282:153-158
9. Bande S, De Smet L, Fabry G. The results of carpal tunnel release: open versus endoscopic technique. *J Hand Surg* 1994;19 B 3-4
10. Becker J, Nora DB, Gomes I, Stringari FF et al. An evaluation of gender, obesity, age and diabetes mellitus as risk factors for carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol*. 2002;113:1429-34.
11. Beekmann R, Vissier L. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: A critical review of the literature. *Muscle Nerve* 2003;27:26-33
12. Benini A. Das Karpaltunnelsyndrom. *Schweiz. Rundsch. Med. Prax.* 1974;25:772-778
13. Benninghoff A, Drenckhahn D. *Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie* 16. Aufl. 2002 Urban & Fischer
14. Bindra R, Evanoff BA, Chough LY, Cole RJ, Chow JC, Gelbermann RH. The use of routine wrist radiography in the evaluation of patients with carpal tunnel

- syndrome. *J Hand Surg Am* 1997;22:115-119
15. Bland JD. The relationship of obesity, age, and carpal tunnel syndrome: more complex than was thought? *Muscle Nerve*. 2005; 32:527-532.
 16. Boeckstyns M, Sørensen AI. Does endoscopic carpal tunnel release have a higher rate of complications than open carpal tunnel release? An analysis of published series. *Journal of Hand Surgery* 1999;24:9-15
 17. Bradley Mp, Hayes EP, Weiss AP, Akelmann E. A prospective study of outcome following mini-open carpal tunnel release. *Hand Surg* 2003;1: 59-63
 18. Breuer B; Sperber K; Wallenstein S; Kiproviski K et al. Clinically significant placebo analgesic response in a pilot trial of botulinum B in patients with hand pain and carpal tunnel syndrome. *Pain Med*. 2006; 7:16-24
 19. Burke TD, Burke MM, Stewart GW. Splinting for carpal tunnel syndrome: In search of the optimal angle. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:1241-1244
 20. Burke FD, Ellis J, McKenna H, Bradley MJ. Primary care management of carpal tunnel syndrome. *Postgrad Med J* 2003;79:433-437
 21. Bury TE, Akelman E, Weiss AP. Prospective, randomized trial of splinting after carpal tunnel release. *Ann Plast Surg* 1995;35:19-22
 22. Cannon BW, Love JG. Tardy median palsy: median neuritis; median thenar neuritis amenable to surgery. *Surgery* 1946;20:210
 23. Carls J, Mailänder P. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 1999;147:269-274
 24. Carr MM, Boyd JB und Bowen CVA, *Plastic surgery Volume 4*, 1996;2:117-120
 25. Chan VW, Peng PWH, Kaszas Z et al. A comparative study of general anesthesia, intravenous regional anesthesia and axillary block for outpatient hand surgery: clinical outcome and cost analysis. *Anesth Analg* 2001;93:1181-1184
 26. Chan L, Turner JA, Comstock BA, Levenson LM, Hollingworth W, Heagerty PJ et al. The relationship between electrodiagnostic findings and patient symptoms and function in carpal tunnel syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88:19-24
 27. Chang MH, Chiang NT, Lee S. Oral drug of choice for carpal tunnel syndrome. *Neurology* 1998;51:390-393.
 28. Chang MH, Ger LP, Hsieh PF, Huang SY. A randomised clinical trial of oral steroids in the treatment of carpal tunnel syndrome: a long term follow up. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 2002;73:710-714
 29. Chow JC: Endoscopic carpal tunnel release. Two-portal technique. *Hand Clin* 1994;10:637-646

30. Cook AC, Szabo RM, Birkholz SW, King EF. Early mobilisation following carpal tunnel release. *J. Hand Surg. Br.* 1995;20:228-230
31. Cseuz KA, Thomas JE, Lambert EH, Love JG, Lipscomb PR. Long-term results of operation for carpal tunnel syndrome. *Proc. Mayo Clin.* 1966;41:232-241
32. Dammers JW, Veering MM, Vermeulen M. Injection with methylprednisolone proximal to the carpal tunnel: randomised double blind trial. *BMJ.* 1999;319:884–886
33. Davis PT, Hulbert JR, Kassak KM, Meyer JJ. Comparative efficacy of conservative medical and chiropractic treatments for carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 1998; 21:317—26.
34. Dekel S, Papaioannou T, Rushworth G. Idiopathic carpal tunnel syndrome caused by carpal stenosis. *Br Med J* 1980;280:1297-1299
35. Dubi J, Regli F, Bischoff A. Recurrent familial neuropathy with liability to pressure palsies. *J Neurol* 1979; 220:43
36. Duncan KH, Lewis RG, Foreman KA, Nordyke MD. Treatment of carpal tunnel syndrome by members of the American Society for Surgery of the Hand. Results of a Questionnaire. *J Hand Surg,* 1987;114:384-391
37. Fialka-Moser V, Wörseg A, Zifko U. *Karpaltunnelsyndrom* 2002:18
38. Gelberman RH, Hergenroeder PT, Hargens AR, Lundborg GN and Akeson WH. The carpal tunnel syndrome. A study of carpal canal pressures. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1980; 380-383
39. Gerritsen AAM, DeVet HCW, Scholten RJPM, Bertelsmann FW, Dekrom MCTFM, Bouter LM. Splinting vs surgery in the treatment of carpal tunnel syndrome. A randomized controlled trial. *JAMA* 2002;288:1245-1251
40. Goga IE. Carpal tunnel syndrome in black south africans. *J. Hand Surg. Br.* 1990;158:96-99
41. Golding DN. Hypothyroidism presenting with musculoskeletal symptoms. *Ann Rheum Dis* 1970;29:10-14
42. Gomes I, Becker J, Ehlers JA, Nora DB. Prediction of the neurophysiological diagnosis of carpal tunnel syndrome from the demographic and clinical data. *Clin Neurophysiol.* 2006;117:964-71
43. Gould JS, Wissinger HA. Carpal tunnel syndrome in pregnancy. *South Med J* 1978;71:144-145
44. Graf R, Löhr J, Wirth CJ. Das Karpaltunnelsyndrom. *Orthopäde* 1998;27:583-598

45. Hakim AJ, Cherkas L, El Zayat S, MacGregor AJ, Spector TD. The genetic contribution to carpal tunnel syndrome in women: a twin study, *Arthritis Rheum.* 2002;47:275-279
46. Halter SK, deLisa JA, Stolov WC, Scardapane D, Sherrard DJ. Carpal tunnel syndrome in chronic renal dialysis patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1981;62:197-201
47. Hanssen AD, Amadio PC, DeSilva SP, Ilstrup DM. Deep postoperative wound infection after carpal tunnel release. *J Hand Surg Am* 1989;14:869-873
48. Hepp WR, Debrunner HU. *Orthopädisches Diagnostikum.* Thieme Verlag 2004;131-132
49. Herskovitz S, Berger AR, Lipton RB. Low-dose, short-term oral prednisone in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Neurology* 1995;45:1923-1925
50. Hulsizer DL, Staebler MP, Weiss AP, Akelman E. The results of revision carpal tunnel release following previous open versus endoscopic surgery. *J Hand Surg Am.* 1998; 23:865-869
51. Hurst LC, Weissberg D, Carroll RE. The relationship of the double crush to carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 1985;10:202-204
52. Irvine J, Chong SL, Amirjani N, Chan KM. Laser therapy in carpal tunnel syndrome. *Muscle & Nerve* 2004;30:182-187
53. Jablecki CK, Andary MT, Floeter MK, Miller RG, Quatly CA, Vennix MJ et al. Practice parameter: electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology* 2002;58:1589-1592
54. Janz C, Brock M, Kern BC. Das beidseitige Karpaltunnelsyndrom, operative Therapieprognostische Faktoren und Ergebnisse. *Zentralbl Neurochir* 1995;56:88-92
55. Kaeser RE. Diagnostische Probleme beim Karpaltunnelsyndrom. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* 1963;185:453-455
56. Kaplan SJ, Glickel SZ, Eaton RJ. Predictive factors in the nonsurgical treatment of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.* 1990;15:106-108
57. Karlsson MK, Lindau T, Hagberg L. Ligament lengthening compared with simple division of the transverse carpal ligament in the open treatment of carpal tunnel syndrome. *Scand J plast Reconstr Surg* 1997;31:65-69

58. Katz JN, Gelberman RH, Wright EA, Abrahamsson SO, Lew RA. A preliminary scoring system for assessing the outcome of carpal tunnel release. *J Hand Surg* 1994;19:531-538
59. Keen WW. The symptomatology, diagnosis and surgical treatment of cervical ribs. *Am J Med Sci* 1907;132:193
60. Kele H, Verheggen R, Bittermann HJ, and Reimers CD. The potential value of ultrasonography in the evaluation of carpal tunnel syndrome. *Neurology* 2003;61:389-391
61. Klein R, Kostis S, Kevin C, Chung. Open carpal tunnel release, using a 1-centimeter incision: Technique and outcomes for 104 Patients. *Plast. Reconstr. Surg* 2003;111:1616-1622
62. Kouyoumdjian JA, Morita M, Rocha PRF, Miranda RC, Gouvêla GM. Body mass index and carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr* 2000;58:252-256
63. Kremer M, Gilliatt RW, Golding JSR, Wilson TG. Acroparaesthesia in the carpal tunnel syndrome. *Lancet* 1953;2:590-595
64. Kretschmer T, Antoniadis G, Börm W, Richter HP. Iatrogene Nervenverletzungen. Teil 2: Fallstricke der endoskopischen Karpaltunneloperation, Folgerungen aus Befunden offener Revisionsoperationen. *Chirurg* 2004;75:1207-1209
65. Kumar P, Chakrabarti I. Idiopathic carpal tunnel syndrome and trigger finger: is there an association? *J Hand Surg Eur Vol.* 2009;34:58-59
66. Kushner SH, Ebramzadeh E, Johnson D et al. Tinel's sign and Phalen's test in carpal tunnel syndrome. *Orthopaedics* 1992;15:1297-1302
67. Lanz U. Anatomical variations of the median nerve in the carpal tunnel. *J Hand Surg* 1977;2:44-53
68. Lee KS, Oh CS, Chung I, Sunwoo IN. An anatomic study of the Martin-Gruber anastomosis: Electrodiagnostic implications, *Muscle & Nerve* 31 2004: 95-97
69. Leit ME, Weisser RW, Tomaino MM. 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; 29:379-383.
70. Luchetti R, Amadio P. *Carpal tunnel syndrome*, Springer Verlag. 2007
71. Luyendijk W. The carpal tunnel syndrome. The role of a persistent median artery. *Acta Neurochirurgica* 1986;79:52-57
72. Mackinnon SE. Secondary carpal tunnel surgery. *Neurosurg Clinics North*

America 1991;2:75-91

73. Manente G, Torrieri F, Di Blasio F, Staniscia T, Romano F, Uncini A. An innovative hand brace for carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial. *Muscle Nerve*. 2001;24:1020-1025
74. Marie P, Foix C. Atrophie isolee deléminence thnar d'origine nevritique. Role du ligament annulaire anterieur du carpe dans la pathogenie de la lesion. *Revue Neurol* 1913;26:647-649
75. Mauersberger W, Meese W. Carpal tunnel syndrome caused by the persistence of the median artery. *Neurochirurgia* 1975;18:15-19
76. Mayer M, Donner U, Fleischer D, Bruch M. Das Karpaltunnelsyndrom. Spätergebnisse nach operativer Behandlung. *Zent. Bl. Chir.* 1989;114:1401-1410
77. Mesgarzadeh M, Schneck CD, Bonakdarpour A. Carpal tunnel: MR imaging Part I: Normal anatomy. *Radiology* 1989;171:743-754
78. Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syndrome: substantive or complementary tests? *Rheumatology* 2004;43:887-895
79. Ming Z, Siivola J, Pietikainen S, Närhi M, Hänninen O. Postoperative relieve of abnormal vasoregulation in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurol Neurosurg.* 2007;109:413-417
80. Mondelli M, Giannini F, Giacchi. Carpal tunnel syndrome incidence in a general population. *Neurology* 2002;8:289-294
81. Mondelli M, Rossi S, Monti E, Aprile I, Caliandro P, Pazzaglia et al. Long term follow-up of carpal tunnel syndrome during pregnancy: a cohort study and review of the literature. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2007;47:259-271
82. Muller M, Tsui D, Schnurr R, Biddulph-Deisroth L, Hard J. Effectiveness of hand therapy interventions in primary management of carpal tunnel syndrome, a syst. Review. *Journal of Hand Therapy* 2004;17:210-228
83. Netscher D., Mosharrafa A., Lee M 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.* 1997;100:636
84. Nitsche F. Über Pathogenese, Ätiologie und konservative Behandlung des Karpaltunnelsyndroms. *Med.Welt* 1967;18:1020-1030
85. Novak CB, Mackinnon SE, Brownlee R, Kelly L. Provocative sensory testing in

carpal tunnel syndrome. *J. Hand Surg. Br.* 1992;17B:204-208

86. O'Connor D, Marshall S, Massy-Westrop N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. *The Cochrane Library*, 2003
87. Okutsu I, Ninomiya S, Natsuyama M et al. Subcutaneous operation and examination under universal endoscope. *J. of the Japanese Orthopedic Association* 1987;61:491-498
88. Oztas O, Turan B, Bora I et al. Ultrasound therapy effect in carpal tunnel syndrome. *Phys Med Rehabil* 1998;79:1540-1544
89. Padua L, Padua R, Nazzaro M, Tonali P, Incidence of bilateral symptoms in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg* 1998;23B:5: 603-606
90. Padua L, Padua R, Moretti C, Nazzaro M, Toral J. Clinical outcome and neurophysiological results of low-power laser irradiation in carpal tunnel syndrome. *Lasers Med Sci.*1999;14:196-202
91. Paget J. *Lectures on Surgical Pathology.* Philadelphia, Lindsay and Blakistone 1854
92. Pajardi G, Rafanelli G, Pivato G, Colombelli J. Sezione endoscopica del legamento anulare del carpo: esperienza personale di 4 anni Atti XXVI Congresso S.I.M.F.EJ 1998
93. Palmer DH, Paulson JC, Lane Larsen CL et al. Endoscopic carpal tunnel release: A comparison of two techniques with open release. *Arthroscopy* 1993;9:498-508
94. Papadopoulos V, Die minimal offene Operationstechnik beim Karpaltunnelsyndrom 2006: 30-34
95. Park SH, Cho BH, Ryu KS, Cho BM, Oh SM, Park DS. Surgical outcome of endoscopic carpal tunnel release in 100 patients with carpal tunnel syndrome. *Minim Invasive Neurosurg* 2004; 47:261-265.
96. Patsalis T, Gravill N. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* Value of neurophysiological studies in diagnostic verification of carpal tunnel syndrome.1998;30:258-62
97. Perez-Ruiz F., Calabozo M, Alonso-Ruiz A. Herrero A, Ruiz-Lucea E, Otermiln I. High prevalence of undetected carpal tunnel syndrome with fibromyalgia syndrome. *J. Rheumatol.* 1994;22:501-504
98. Pfeffer GB, Gelbermann RH, Boyes JH, Rydevik B. The history of the carpal tunnel syndrome. *The Journal of Hand Surgery* 1988;13:28-34
99. Phalen GS. The carpal-tunnel-syndrome. Seventeen years experience in diagnosis and treatment of six hundred fifty-four hands. *J. Bone Jt. Surg. Am.*

1966;48:211-228

100. Phalen GS. Reflections on 20 years experience with the carpal tunnel syndrome. J.A.M.A. 212 1970: 1365-1367
101. Phalen GS. The carpal tunnel syndrome. Clinical evaluation of 598 hands. Clin. Orthop. 1972;83:29-40
102. Poilvache P, Carlier A., Rombouts J, Partoune E, Lejeune G. Carpal tunnel syndrome in childhood. Report of five new cases. J. of Paed. Orthop 1989;9:687-690
103. Putnam JJ. A series of cases of paraesthesia, mainly of the hands, of periodical recurrence, and possibly of vasomotor origin. 1880
104. Rahnama R. Das Karpaltunnelsyndrom. 2000:51
105. Rath SA, Antoniadis G, Mauer UM, Oberle JW, Braun V, Richter HP. Zur Bedeutung der distalen motorischen Latenz nach Karpaltunneloperationen. Zentralbl. Neurochir 1997;58:111-116
106. Richman, JA, Gelherman, RH, Rydevik, VL. Carpal tunnel syndrome: Morphologie changes after release of the transverse carpal ligament. J. Hand Surg. 1989;14:852
107. Richter N, Brüser P. Die operative Behandlung des Karpaltunnelsyndroms: Ein Vergleich zwischen langer und kurzer Schnittführung sowie endoskopischer Spaltung. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 1996;28:160-166
108. Rosenbaum RB, Ochoa JL. Carpal tunnel syndrome and other disorders of the median nerve. 2nd ed. Butterworth Heinemann, Amsterdam 2002
109. Sailer SM. The rule of splinting in rehabilitation in the treatment of carpal and cubital tunnel syndromes. Hand Clinics 1996;12:223-241
110. Savage R, Burke D. Carpal tunnel syndrome in association with vibration of finger. J. of Hand Surg. 1990;15:100-103
111. Schäfer W. Sander KE, Walter A, Weitbrecht WU. Endoskopische Operation des Karpaltunnelsyndroms nach Agee im Vergleich mit der offenen Operationstechnik. Handchir. Mikrochir. Plast. 1996;28:143-146
112. Schaller HE. Operationstechnik: Offene Karpaltunnelspaltung, Trauma und Berufskrankheit 2000;8:422-444
113. Schenck RR. The role of endoscopic surgery in the treatment of carpal tunnel syndrome. Adv Plast Reconstr Surg 1995;11:17-43
114. Scholten RJPM, Gerritsen AAM, Uitdehaag BMJ, van Geldere D, de Vet HCW,

- Bouter LM. Surgical treatment options for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2004; 2:1-54
115. Schrijver HM, Gerritsen AAM, Strijers RLM, Uitdehaag BMJ, Scholten RJPM, de Vet HCW et al. Correlating nerve conduction studies and clinical outcome measures on carpal tunnel syndrome: lessons from a randomized controlled trial. *J Clin Neurophysiol* 2005;22:216-221
 116. Scoccianti P. Indikationen der chirurgischen Behandlung der karpalen Akroparästhesien. *Münch. Med. Wschr.* 1975;117:1099-1104
 117. Sekiya H, Sugimoto N, Kariya Y, Hoshino Y. Carpal tunnel pressure in patients with carpal tunnel syndrome due to long-term hemodialysis, Department of Orth Surg, 2002:3311-1
 118. Shum C, Parisien M, Strauch RJ, Rosenwasser MP. The role of flexor tenosynovectomy in the operative treatment of carpal tunnel syndrome. *J Bone Jt Surg Am* 2002;84:1717-1718
 119. Sinha A, Chan V, Anastakis DJ. Anesthesia for carpal tunnel release. *Can J Anesth* 2003;50:4:323-327
 120. Stahl S, Blumenfeld Z, Yarnitsky D. Carpal tunnel syndrome in pregnancy: indications for early surgery. *J Neurol Sci* 1996;136:182-184
 121. Staub F, Dombert T, Assmus H. Das Karpaltunnelsyndrom bei dialysepflichtigen Patienten: Analyse klinische und elektrophysiologischer Befunde bei 268 Patienten (395 Händen). *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005;37:150-157
 122. Stevens JC, Sun S, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Carpal tunnel syndrome in Rochester, Minnesota, 1961 to 1980. *Neur* 1998;38:134-138
 123. Stevens JC, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LTI. Conditions associated with carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc* 1992;67:541-548
 124. Tackmann W, Richter HP, Stöhr M. *Kompressionssyndrome peripherer Nerven.* Springer 1989
 125. Takami H, Takahashi S, Ando M. Bipartite median nerve with a double compartment within the transverse carpal canal. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 2001;121:230-231
 126. Tal-Akabi A, Rushton A. An investigation to compare the effectiveness of carpal bone mobilisation and neurodynamic mobilisation as methods of treatment for carpal tunnel syndrome. *Man Ther.* 2000; 5:214
 127. Tanaka S, Wild DK, Seligman PJ, Behrens V, Cameron L, Putz-Anderson V. The

- US prevalence of self-reported carpal tunnel syndrome: 1988 National Health Interview Survey Data. *Am J Public Health* 1994;84:1846-1848
128. Tanzer RC. The carpal tunnel syndrome. A clinical and anatomical study. *J. Bone Jt. Surg.* 1959; 41:626-634
 129. Thoma A, Veltri K, Haines T, Duku E. A systematic review of reviews comparing the effectiveness of endoscopic and open carpal tunnel decompression. *Plast Reconstr Surg* 2004;113:1184-1191
 130. Thomsen NO, Cederlund R, Rosén I, Björk J. Clinical outcomes of surgical release among diabetic patients with carpal tunnel syndrome: prospective follow-up with matched controls. *J Hand Surg Am.* 2009;34:1177-87
 131. Tomaino MM, Ulizio D, Vogt MT. Carpal tunnel release under intravenous regional or local infiltration anaesthesia. *J Hand Surg Br* 2001;26:67-68
 132. Trumble TE, Gilbert M., McCallister V., Endoscopic versus open surgical treatment of carpal tunnel syndrome, *Neurosurg Clinnics of North America* 2001;2:255-266
 133. Verdugo RJ, Salinas RS, Castillo J, Cea JG. Surgical versus non-surgical treatment for carpal tunnel syndrome (review). *The Cochrane Database Syst Rev* 2003;2
 134. Vossen S, Möhlen-Albrecht S, Steffens KJ. Nachoperationen nach endoskopisch voroperiertem Karpaltunnelsyndrom. *Handchir Mokrochir plast Chir* 2007; 39: 293-297
 135. Walker WC, Metzler M, Cifu DX. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a comparison of night only versus full-time wear instructions. *Phys Med Rehabil* 2000;81:424-429
 136. Wand JS. Carpal tunnel syndrome in pregnancy. *Hand surg* 1990;15:93-95
 137. Witt JC, Hentz JG, Stevens JC. Carpal tunnel syndrome with normal nerve conduction studies. *Muscle Nerve* 2004;29:515-522
 138. Wong SM, Hui ACF, Tang A. Local vs systemic corticosteroids in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Neurology* 2001;56:1565-1567
 139. Zisweiler HR, Reichenbach S, Voglein E, Bachmann LM, Villinger PM, Juni P. Diagnostic value of sonography in patients with suspected carpal tunnel syndrome. *Arthritis & Rheumatism* 2005;52:304-311

9. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Priv.-Doz. Dr. Rainer Letsch, Chefarzt der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Vivantes Humboldt-Klinikum Berlin für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die Geduld, gewährte Unterstützung und Beratung.

Herzlich danken möchte ich auch Herrn Dr. med. Knöfler, dem ehemaligen Chefarzt des Klinikum Uckermark, Herrn Dr. med. Thomas Barz, Chefarzt der Orthopädie und Unfallchirurgie des Asklepios Klinikum Uckermark für die Unterstützung in EMG-Fragen sowie Herrn Dr. Marcus Melloh, Herrn Dr. Peter Rieger und Herrn Dr. Stefan Sommer für die Motivation.

10. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Erklärung

„Ich, Hendrik Issaian, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Das Karpaltunnelsyndrom, Ergebnisse der offenen Karpaltunnelspaltung in der Kurzschnitttechnik, selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum: 17.01.2012

Hendrik Issaian