

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PRIV. DOZ. DR. MED. RICHARD MEGELE
NEUROCHIRURGIE

**RELEVANTE ANATOMISCHE URSPRUNGS-VARIATION DER
THENAR- UND HYPOTHENAR-MUSKULATUR FÜR DIE
OPERATION DES KARPALTUNNELSYNDROMS**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Francisco Miguel Marin Laut

2011

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PRIV. DOZ. DR. MED. RICHARD MEGELE
NEUROCHIRURGIE

**RELEVANTE ANATOMISCHE URSPRUNGS-VARIATION DER
THENAR- UND HYPOTHENAR-MUSKULATUR FÜR DIE
OPERATION DES KARPALTUNNELSYNDROMS**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Francisco Miguel Marin Laut

2011

Dekan: Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert

1. Berichterstatter: PD Dr. Richard Megele

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Michael Nerlich

Tag der mündlichen Prüfung: 02. März 2012

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1.-Einleitung	1
<hr/>	
2.-Ziele der Arbeit	3
<hr/>	
3.- Anatomischen Grundlagen	4
<hr/>	
3.1.- Der Karpaltunnel	4
3.2.- Das Retinaculum flexorum	4
3.3.- Nervus medianus	5
3.4.- Ursprünge der Thenar-und Hypothenar-Muskulatur am Retinaculum flexorum	6
3.5.- Druckverhältnisse im Karpaltunnel	6
4.-Material und Methoden	7
<hr/>	
4.1.- Anatomischen Voruntersuchungen an Leichen	7
4.2.- Definition der Muskel-Ursprungs-Variation	7
4.3.- Probanden	9
4.4.- Probanden Auswahl	9
4.5.- Einschluss und Ausschlusskriterien	10
4.6.- Erhebung von Patientendaten und präoperative neurologische Untersuchungen	10
4.7.- Studienablauf	10
4.7.1.- Präoperative Untersuchungen	10
4.7.1.a.- Präoperative subjektive Symptome	10
4.7.1.b.- Sensorisches Defizit im Versorgungsbereich des Nervus medianus	11
4.7.1.c.- Atrophie und Parese der Daumenballenmuskulatur	11
4.7.1.d.- Tinel Hoffmann-Test	11
4.7.1.e.- Elektrophysiologische Untersuchung	12
4.7.2.- Operation	12
4.7.2.a.- Indikation	12
4.7.2.b.- Operationsablauf	12
4.7.2.c.- Feststellung der Muskel-Ursprungs-Variation und Festlegung der Mitte des Retinaculum flexorum	12
4.7.3.- Postoperative Untersuchungen	13
4.8.- Statistische Auswertung	14

5.-Ergebnisse	15
5.1.- Demographie	15
5.2.- Verteilung der präoperativen Symptome	17
5.3.- Objektive Befunde	19
5.4.- Elektrophysiologieverteilung	20
5.5.- Kontrolle nach einer Woche	20
5.6.- Kontrolle nach drei Monaten	21
5.7.- Postoperative Komplikationen	21
6. Diskussion	22
6.1.- Vorbemerkung	22
6.2.- Definition der Muskel-Ursprungs-Variation	22
6.3.- Pathogenese/Einfluss der muskulären anatomischen Variationen auf die Entstehung des Karpaltunnelsyndroms	22
6.4.- Klinische Hinweise für Muskel-Ursprungs-Variation in Patienten mit Karpatunnelsyndrom	23
6.5.- Prävalenz	24
6.6.- Symptome	25
6.7.- Klinische Untersuchung/Objektive Befunde	26
6.8.- Operation/Darstellungen der Handmuskulatur	26
6.9.- Nachkontrolle/Outcome	27
7. Zusammenfassung	29
8. Tabelle	31
9. Literaturverzeichnis	39
Lebenslauf	43
Danksagung	45

Abkürzungsverzeichnis:

Abb.	Abbildung
AV	Anatomische Variationen
Bds	Beidseitig
cm	Zentimeter
EMG	Elektromyographie
EPhys	Elektrophysiologie
Fig.	Figur
KT	Karpaltunnel
KTS	Karpaltunnelsyndrom
KTS-MUV	KTS Patienten ohne muskuläre Ursprung-Variation
KTS+MUV	KTS Patienten mit muskuläre Ursprung-Variation
M	Muskeln
MR, MRT	Magnetresonanztomographie
MG	Muskelgewebe
Ms	Meter pro Sekunde
MUV	Muskel-Ursprungs-Variation
-MUV	Ohne muskuläre Ursprungs-Variation
+MUV	Mit muskulärer Ursprungs-Variation
N	Nervus
NLG	Nervenleitgeschwindigkeit
Nm	Nervus medianus
Patienten+MUV	Patienten mit muskulärer Ursprungs-Variation
Patienten-MUV	Patienten ohne muskulärer Ursprungs-Variation
RF	Retinaculum flexorum
z.B.	zum Beispiel

1.- Einleitung

Das Karpaltunnelsyndrom (KTS) ist mit Abstand das häufigste Engpasssyndrom eines peripheren Nervens. Die Hauptursache des KTS ist die Enge des nervenführenden Kompartiments im Handgelenkbereich. Zusätzlich können auch auslösende Faktoren wie Neuropathien hinzukommen. Als Engpasssyndrom wird die Symptomatik definiert, die auf eine umschriebene Einengung eines peripheren Nervens zu beziehen ist. Im Falle des KTS ist dies entweder bedingt durch eine primäre Enge des Karpaltunnels, oder durch eine Volumenvermehrung der im Tunnel neben dem Nervus medianus verlaufenden Strukturen. Die Prävalenz des KTS wird durchschnittlich in Westeuropa mit 3% angegeben. Pro Jahr werden in Deutschland ca. 120.000 operative Eingriffe bei KTS durchgeführt. Diese Eingriffe werden mit offener Technik oder mit verschiedenen endoskopischen Techniken durchgeführt. Im Outcome hat sich bisher in der Literatur kein Unterschied in den verschiedenen Techniken ergeben. Beide Technikarten haben gemeinsam das Ziel, den Nervus medianus im Karpaltunnel vollständig zu dekomprimieren. Die Häufigkeit des KTS, die hohe Zahl der operativen Eingriffe und die Tatsache, dass es eine interdisziplinäre S3-Leitlinie gibt, würden vermuten lassen, dass alle anatomischen Grundlagen für das KTS hinreichend geklärt sind.

Am Klinikum Amberg werden neurochirurgisch pro Jahr ca. 300 Eingriffe beim KTS durchgeführt. Bei dieser relativ hohen Zahl der Eingriffe fiel auf, dass sich in unterschiedlicher Häufigkeit und Ausprägung Muskelgewebe auf dem Retinaculum flexorum zwischen dem Thenar und dem Hypothenar befand. In der Literatur existiert zu dem Thema „Anatomische Variation beim KTS“ eine Arbeit von Singer und Ashworth, 2001, die sich mit Muskelvariationen am Retinaculum flexorum bei KTS-Patienten befasst. Diese Variation wurde als Variation Typ II A (von Thenarmuskeln ausgehend) und Variation Typ II B (von Hypothenarmuskeln ausgehend) bezeichnet. Sie zogen daraus den Schluss, dass eine zusätzliche Arbeit über die funktionelle Bedeutung und Konsequenzen dieser Variationen am KTS nötig wäre. Verschiedene Autoren (Barton, 1979, Lavey und Pearl, 1981, Smith, 1971) diskutieren über die Rolle der anatomischen Variationen am Karpaltunnel. Die Überlegung von diesen Autoren beruhte darauf, dass KTS-Patienten mit anatomischen Variationen, die bestimmten Handaktivitäten regelmäßig ausüben, häufiger und früher ein KTS entwickeln wie Patienten ohne anatomische Variationen. Mit unserer Studie wollten wir diese Annahme hinterfragen. Unser Interesse lag daran, die Rolle einer

muskulären anatomischen Variation beim KTS zu beschreiben und aus chirurgischer Sicht ihre Wichtigkeit zu definieren. Um den intraoperativen Befund zu überprüfen, wurden zunächst anatomische Untersuchungen durchgeführt. Bei acht Leichen im anatomischen Institut der Universität Regensburg, wurde bei einer Hand, palmarseitig am Retinaculum flexorum, Muskelgewebe zwischen Thenar und Hypothenar gefunden. Wir nannten sie: Die Muskel-Ursprungs-Variation (MUV). Dieser postmortal erhobene Befund bestätigte damit zunächst die intraoperativen Beobachtungen. Um den Einfluss dieser Muskelvariation auf das prä- und postoperative Ergebnis zu überprüfen, wurden 100 KTS Patienten vom Klinikum St Marien in Amberg untersucht und operiert. Das war die Grundlage meiner Arbeit.

2.- Ziele der Arbeit

a) Beschreibung und Definition der muskulären Ursprungs-Variation (MUV) der Thenar- und Hypothenarmuskulatur am Retinaculum flexorum.

Es wird definiert, welche anatomischen Verhältnisse des Ursprungs der Thenar- und Hypothenar-Muskulatur am Retinaculum flexorum der Hand nicht mehr dem gängigen Schema in den Abbildungen der anatomischen Literatur entsprechen, und damit als Variation einzustufen sind.

b) Feststellung der Häufigkeit der MUV bei 100 Patienten mit KTS. Korrelation des MUV-Nachweises mit den präoperativen Befunden und Parametern Symptomatik, neurologischer Untersuchungsbefund und Elektrophysiologie.

100 KTS-Patienten werden intraoperativ bei der KTS-Operation auf eine MUV untersucht. Die dabei erhobene Häufigkeit wird mit den präoperativen Parametern durch geeignete statistische Methoden korreliert.

c) Möglicher Einfluss der MUV auf das postoperative Outcome und dessen Erklärung.

Es wird festgestellt, ob und in welchem Ausmaß die MUV einen Einfluss auf das postoperative Outcome hat und welche mögliche Erklärung es hierzu gibt.

d) Korrelation zwischen der Häufigkeit der MUV bei KTS-Patienten und einer unselektierten Post-mortem-Kontroll-Gruppe.

Die Häufigkeiten in beiden Gruppen werden verglichen und mit Erklärungen belegt.

3.- Anatomische Grundlagen

Im ventralen Handgelenkbereich ist der vom Unterarm in die Hohlhand verlaufende Nervus medianus einer erhöhten mechanischen Beanspruchung ausgesetzt. Der Nerv kommt mit der relativ weichen Umgebung mit Muskel- und Fettgewebe am Unterarm im Karpaltunnel mit derben Strukturen wie Knochen, Sehnen und Bändern in Kontakt. Zu den festen Umgebungsstrukturen im Karpaltunnel kommt noch die erhöhte funktionelle Beanspruchung durch Bewegungen im Handgelenk und durch Anspannung der Flexorensehnen hinzu.

3.1.- Der Karpaltunnel (KT)

Der Boden des KT wird vom Os trapezoideum, Os capitatum, Os hamatum und vom Os triquetrum gebildet. Die radiale Begrenzung bildet proximal das Os scaphoideum und distal das Os trapezium, die ulnare Begrenzung proximal das Os pisiforme und distal das Os hamatum. Der Querschnitt für den KT wird nach Schmidt und Lanz, 1985, mit $1,61 \text{ cm}^2$ proximal, $1,56 \text{ cm}^2$ in der Mitte und $1,78 \text{ cm}^2$ distal angegeben, d.h. die Engstelle des Tunnels liegt im mittleren Bereich. Die Hauptengstelle entspricht der nach palmar weisenden Vorwölbung des Os capitatum. Überspannt wird das KT vom Retinaculum flexorum palmarseitig. Innerhalb des Karpaltunnels befindet sich radialseitig ein abgetrenntes Fach für die Sehne des Musculus flexor carpi radialis. Im Haupttunnel finden sich die neun Sehnen und Sehnenscheiden der Musculi flexores digitorum superficialis et profundus und des Musculus flexor pollicis longus. Der Nervus medianus liegt in der Regel direkt dorsal des Retinaculum flexorum, d.h. im palmaren Bereich des KT.

3.2.- Das Retinaculum flexorum (RF)

Auf der Handflächenseite wird die Fascia antebrachii proximal des Handgelenkes durch Querfasern verstärkt, und bildet das RF. Das RF ist ein Skelettbund. Es verbindet die Eminentia carpi radialis et ulnaris und ist damit zwischen dem Os scaphoideum und dem Tuberculum ossis trapezii radial- und dem Os pisiforme und dem Hamulus ossis hamati ulnarseitig aufgespannt. Die oberflächlichen Faserzüge der Unterarmfaszie laufen in das Ligamentum carpi palmarum ein. Schmidt und Lanz, 1985, geben die in axialer Richtung gemessene Länge des RF am ulnaren Rand mit 2,16 cm und am radialen Rand mit 2,13 cm; die Breite proximal mit 2,58 cm und distal mit 2,56 cm an.

Das RF ist im mittleren Abschnitt am dicksten mit knapp 1 mm. Nach Denmann, 1981, ist das RF in mehreren Schichten und Richtungen verwoben. Er teilt es in vier Schichten ein. Die tiefste Schicht begrenzt den Karpaltunnel palmarseitig mit einer relativ glatten Oberfläche. Benoit, 1988, hat beschrieben, dass die aufgesplitterten Ursprungssehnen der Thenar- und Hypothenarmuskulatur in das RF einstrahlen.

3.3.- Der Nervus medianus (Nm)

Der Nm tritt mehrere Zentimeter proximal des Handgelenks aus der geschützten Lage zwischen den Musculi flexores, ulnar seines Leitmuskels, des Musculus flexor carpi radialis, ventroradial der Palmarissehne in den Karpaltunnel ein. Nach Schmidt und Lanz, 1985, weist der Nm beim Eintritt in das Karpaltunnel eine Breite von 6,5 mm auf die nach distal kontinuierlich bis 7,7 mm zunimmt. Die Dicke des Nm verhält sich umgekehrt, wobei der Wert von proximal 2,06 mm auf distal 1,96 mm abnimmt. Ca. 4-6 cm proximal des Rascetta als distale Handgelenksbeugefalte entspringt der Ramus palmaris nervi mediani, der distalwärts radialseitig des Nerven und ulnar der Sehne des Musculus flexor pollicis longus verläuft. Er teilt sich in drei Äste, die die Haut zwischen Thenar und Hypothenar innervieren. Nach Mannerfelt und Oetke, 1986, ist besonders der ulnare Ast einer erhöhten Schädigungsmöglichkeit ausgesetzt, wobei generell Läsionen des Ramus palmaris zu schmerzhaften Narbenneuromen führen können. Nach Poisel und Gaber, 1985, tritt der motorische Thenarast des Nm am Karpaltunnelausgang in 46 % extraligamentär, in 31 % subligamentär in die Muskulatur und 23 % transligamentär in die Muskulatur ein. Nach Schmidt und Lanz, 1985, läuft er in 66,7 % ohne Krümmung gerade verlaufend unter dem Retinaculum flexorum, in 33,3 % mit Abweichungen davon nach radial 21,6 % oder ulnar 11,7 %. Neben dem Ramus thenaris gibt der Nm distal des Karpaltunnel weitere Äste für die radialseitigen Musculi lumbricales und für die sensible Innervation der ventralen Anteile der Finger I bis III und radialseitig des Fingers IV. Der Ramus thenaris versorgt den Musculus abductor pollicis brevis, das Caput superficiale des Musculus flexor pollicis brevis und den Musculus opponens pollicis. Nach Sunderland, 1990, besteht der Nm im Karpaltunnel aus 6 bis 37 Einzelfaszikel. Das Epineurium ist stärker ausgeprägt als am distalen Unterarm, was für den stärkeren mechanischen Schutz des Nm im Karpaltunnel spricht. Nach Mackinnon und Dellon, 1988, kann eine ausgeprägte ventromediale Lage der motorischen Thenarfasern innerhalb des Nervenhauptstammes des Nm möglicherweise zu einer verstärkten Kompression der Fasern und zu einer ausgeprägteren Thenarparese führen. Neben den motorischen und sensorischen Fasern führt der Nm auch sympathische Fasern.

3.4.- Ursprünge der Thenar- und Hypothenar-Muskulatur am Retinaculum flexorum

Alle Muskeln des Thenars, die vom Nervus medianus innerviert sind, d.h. Musculus abductor pollicis brevis, Musculus opponens pollicis und oberflächlicher Kopf des Musculus flexor pollicis brevis entspringen neben den Handwurzelknochen auch am Retinaculum flexorum. Auch alle Muskeln des Hypothenars entspringen neben der Ursprungsstelle an den Handwurzelknochen, auch am Retinaculum flexorum. Die meisten Abbildungen der Hand mit Darstellung des Retinaculum flexorum und der Hypothenar- und Thenarmuskulatur lassen zwischen den Ursprüngen der Thenar- und des Hypothenar-Muskulatur einen ca. 1 bis 1,5 cm breiten Raum am Retinaculum flexorum frei (Assmus et al., 2007), was ca. 2/3 der Breite des Retinaculum flexorum entspricht. Damit dürfte bei mittiger Spaltung des Retinaculum kein Muskelgewebe auf dem Retinaculum flexorum vorhanden sein. Frazer, 1908, sprach über die fetale Entwicklung dieser anatomische Variationen. Er berichtete, dass in früheren Stadien die Muskelzellen die ganze Handfläche abdeckten. Diese tendieren dann zu brechen und zu verschwinden. Andere dagegen bleiben in Kontakt und verursachen die muskulären anatomischen Variationen.

3.5.- Druckverhältnisse im Karpaltunnel

Der Karpaltunnel stellt den osteofibrösen Verbindungskanal zwischen Unterarm und Hohl Hand dar. Es ist nicht starr, sondern wird in seinem Lumen durch Biegungen der Handkarpalknochen verändert (Bade et al., 1994). Druckmessungen im Karpaltunnel bei Flexions- und Extensionsbewegungen im Handgelenk (Lundborg et al., 1982) haben gezeigt, dass sich durch diese Bewegungen der Druck im Karpaltunnel und damit auch der Druck auf den Nervus medianus erhöhen kann. Megele et al., 1991 konnte nachweisen, dass auch die radiovolare Abduktion des Daumens als Funktion des Musculus abductor pollicis brevis eine deutliche Druckerhöhung auf den Nervus medianus ausüben kann. Diese Druckerhöhung war höher als bei Flexion und Extension im Handgelenk und ähnlich hoch wie bei der Flexion der Finger II bis V. Damit hatte man Hinweise, dass die am Retinaculum flexorum ansetzende Thenarmuskulatur einen funktionellen Einfluss auf die Druckverhältnisse im Karpaltunnel hat.

4.- Material und Methoden

Wir wollten zuerst unsere intraoperativen Befunde durch Untersuchungen an Leichen bestätigen. Um die Rolle der MUV in der Entstehung von KTS, sowie ihren Einfluss auf die prä- und postoperativen Ergebnisse im Vergleich mit Patienten ohne MUV zu überprüfen, wurden 100 KTS Patienten über zwei Jahre prä-, intra- und postoperativ untersucht.

4.1.- Anatomische Voruntersuchungen an Leichen

Am anatomischen Institut der Universität Regensburg wurden insgesamt 23 Leichen auf Variationen des Ursprungs der Thenar- und Hypothenar-Muskulatur am Retinaculum flexorum der Hand untersucht. Bei den Leichen war nicht bekannt, ob prämortal ein Karpaltunnelsyndrom diagnostiziert wurde. Sie wiesen keine Operationsnarben am Handgelenk auf. Vier Hände, das heißt 8,6% der Hände, wiesen eine Variation mit der nachfolgenden Definition auf (Abb.1). Die Leichen entsprechen zufällig gewählten Personen, an welchen wir eine anatomische Untersuchung vornehmen konnten. Sie ermöglichen uns eine Kontrollgruppe für die statistische Auswertung zu bilden.

4.2.- Definition der Muskel-Ursprung-Variation (MUV)

Wir haben die Muskel-Ursprungs-Variation (MUV) als Muskelgewebe, das vom Thenar oder Hypothenar ausgehend in der Mitte auf der Dorsalseite des Retinaculum flexorum definiert. Die Mitte des Retinaculum wurde definiert als halbe Breite des Handgelenks auf Höhe der Rascetta (distale Handgelenkbeugefalte). Dies entspricht der Verbindungsline zwischen Os pisiforme und dem Os scaphoideum. Diese beiden Knochen können an den Leichen gut identifiziert werden (Abb.1). Singer und Ashworth, 2001, teilten die anatomische Variationen am Karpaltunnel in zwei Gruppen: Typ I für die „Intrinsische“ (Unter dem Retinaculum flexorum) und Typ II für die „Extrinsische“ (über dem Retinaculum flexorum).

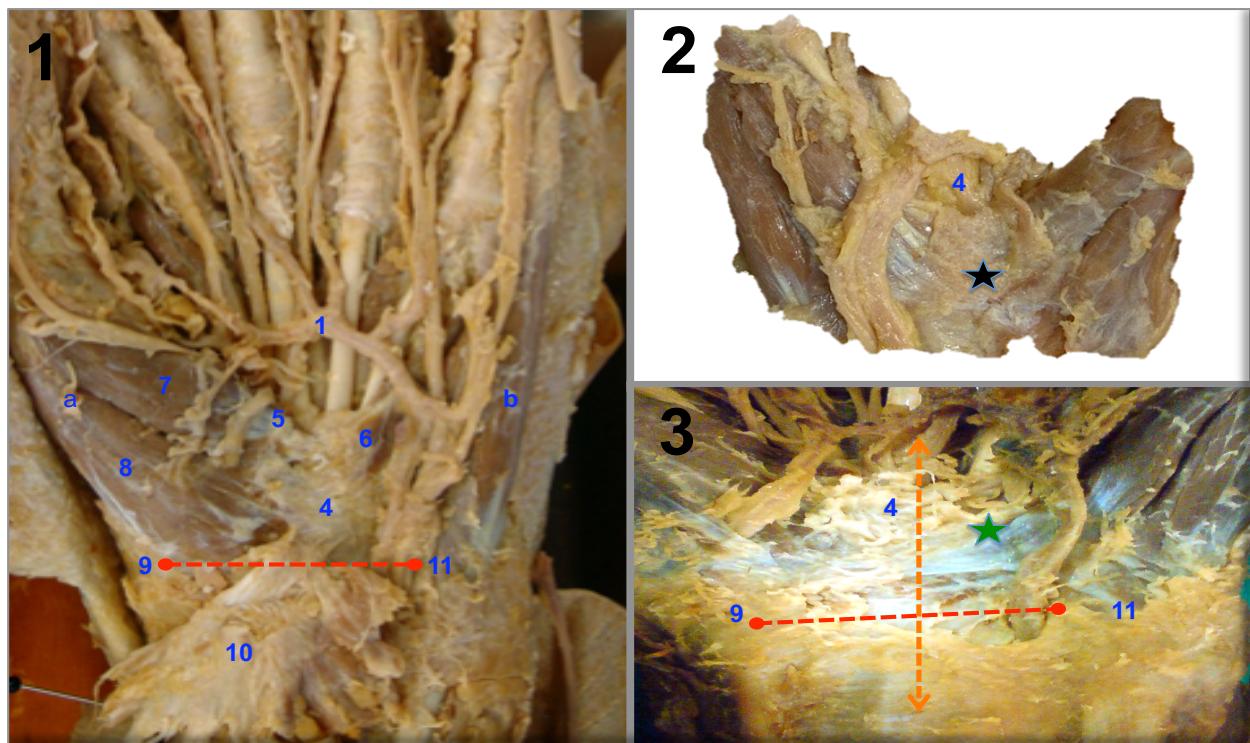


Abb.1: Darstellung der oberflächlichen Strukturen der Hohlhand nach Dissektion und Trennung der Aponeurosis palmaris.

Fig. 1: Die Abgrenzen der Ursprung (5) der Thenarmuskeln (a), sowie der Ursprung (6) der Hypothenarmuskeln (b) am Retinaculum flexorum (4) sind gut zu erkennen und zu differenzieren. Arcus palmaris superficialis (1). M. flexor pollicis brevis, Caput superficiale (7). M. abductor pollicis brevis (8). Os pisiforme (9). Aponeurosis palmaris (10). Os scaphoideum (11). Verbindungslinie Os pisiforme und Os scaphoideum (-----) Mittellinie (----). **Fig. 2:** Die Abgrenzungen der Ursprünge der Thenar (a) und Hypothenarmuskeln (b) sind am Retinaculum flexorum (4) nicht eindeutig zu erkennen. (★). **Fig. 3:** Darstellung der MUV (★).

Die Variationen Typ II A gehören zu den Thenarmuskeln: Vom Thenarbereich ausgehend zu den Hypothenarmuskeln. Die Variationen Typ II B gehören zu den Hypothenarmuskeln, von den Hypothenarmuskeln ausgehend zum Thenarbereich. Unsere Definition enthält diese beiden Gruppen: Typ IIA und Typ IIB. Wir haben versucht diese Variationen von chirurgischer Seite aus zu definieren. Durch eine minimale mikrochirurgische offene Technik kann man den Ursprung und den Ansatz der MUV nicht gut identifizieren. Es konnte nur erkannt werden, dass Muskelgewebe zwischen Thenar- und Hypothenarbereich auf dem Retinaculum flexorum vorhanden war (Abb.2). Der gesamte Ursprung und der Ansatz konnten intraoperativ meistens nicht identifiziert werden. Ursprung und Ansatz der MUV sind aus anatomischer Sicht wichtig, aber aus operativer Sicht spielen sie eine untergeordnete Rolle.

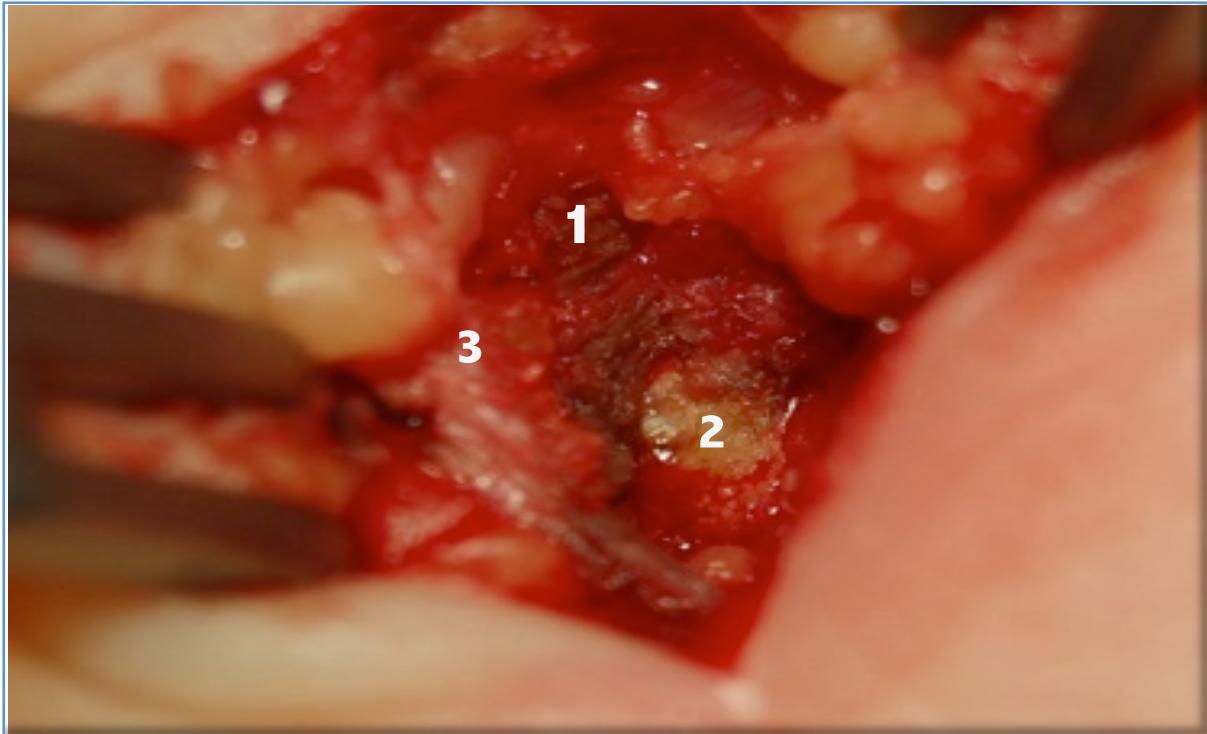


Abb. 2: Die Muskel-Ursprungs-Variation (MUV). MUV (1). Retinaculum flexorum (2). Palmaraponeurose (3)

4.3.- Probanden

100 Patienten (Männer und Frauen) mit klinisch und elektrophysiologisch diagnostiziertem KTS, die sich für eine operative Therapie entschieden hatten, wurden intraoperativ auf eine MUV untersucht.

4.4.- Probandenauswahl

Die Probanden wurden studienunabhängig über ihre Krankheit und über die Therapiemöglichkeiten aufgeklärt. Die Patienten, die sich für eine operative Therapie des KTS entschieden haben, wurden über die Studie aufgeklärt. Die Patienten, die in die nochmalige präoperative neurologisch Untersuchung der Hand und die postoperative telefonische Befragung einwilligten, wurden in die Studie aufgenommen. Alle Patienten wurden in der Abteilung für Neurochirurgie am Klinikum Amberg am KTS operiert. Fast alle Operationen wurden ambulant durchgeführt. Postoperativ wurden die Patienten nach einer Woche und drei Monaten telefonisch befragt.

4.5.- Einschluss und Ausschlusskriterien

- | | |
|-------------------------|--|
| a.- Einschlusskriterien | - KTS-Syndrom. Klinisch und elektrophysiologisch diagnostiziert
- Operative Behandlung
- Die Patienten sind mit dem Studien-Ablauf einverstanden
- Alle Altersgruppen |
| b.- Ausschlusskriterien | - Rezidiv Operation |

4.6.- Erhebung von Patientendaten und präoperative neurologische Untersuchung

Bei den 100 Patienten, die zur KTS-Operation anstanden, wurde eine ausführliche Anamnese erhoben und eine neurologische Untersuchung durchgeführt. Diese Daten ermöglichen uns einen Vergleich zwischen Patienten mit MUV (Patienten+MUV) und ohne MUV (Patienten-MUV) und somit einen Einfluss dieser Variation auf das KTS zu evaluieren.

4.7.- Studienablauf

4.7.1.- Präoperative Untersuchungen

Die präoperativen Untersuchungen fanden im ambulanten Aufwachraum des Amberger Klinikums statt. Die Probanden wurden in sitzender Haltung untersucht.

4.7.1.a.- Präoperative subjektive Symptome

Die Patienten wurden nach ihren zwei wichtigsten Symptomen/Beschwerden befragt. Die Symptome wurden nach zeitlicher Reihenfolge des Auftretens dokumentiert. Es wurden den Patienten die folgenden Symptome angeboten:

- Kribbelgefühl (Parästhesie)
- Taubheitsgefühl
- Schmerzen
- Schwellung
- Schwächegefühl
- Keine weiteren Symptome (Patienten bei denen nur ein Symptom auftrat, wurde in der Statistik als zweites Symptom als „keine Symptom“ dokumentiert).

Bei Patienten mit bilateraler KTS, die das gleiche Symptom auf beiden Händen zeigten, wurde das Symptom nur einmal eingetragen, auch wenn dieses nicht zeitgleich auftrat. Für eine Gesamtdarstellung des Modus, in dem sich das Syndrom äußert, haben wir dieses Kriterium für übersichtlicher gehalten. Bei der Befragung nach den Symptomen haben wir des Öfteren unpräzise Antworten erhalten, weil die Beschwerden in der Regel schon mehrere Monate oder Jahre bestehen, und die Symptome gleichzeitig oder hintereinander auftraten. Daraus ergab sich die objektive Schwierigkeit, solche Beschwerden anamnestisch und klinisch zu untersuchen (die Gefühlstörung der Hand ist nicht mit Zahnschmerzen zu vergleichen). Trotzdem hat man versucht Symptome in Bezug auf die Art, das Auftreten der Beschwerden und des objektiven Ausfalls, voneinander zu trennen.

4.7.1.b.- Sensorisches Defizit im Versorgungsbereich des Nervus medianus

Die Sensibilität wurde mit einem entsprechenden neurologischen Untersuchungsinstrument überprüft. Oft tritt das KTS mit Sensibilitätstörungen in Erscheinung, das heißt mit einem langsam zunehmenden Ausfall der Oberflächensensibilität.

4.7.1.c.- Atrophie und Parese der Daumenballenmuskulatur

Die Probanden wurden aufgefordert den Daumen an die Basis des gestreckten Kleinfingers zu opponieren. Der Schwund der Daumenballen betrifft hauptsächlich den Musculus abductor pollicis brevis, d.h. den lateralen Aspekt des Daumenballens. Die Hypotrophie, des kleinen unter dem Musculus abductor pollicis brevis liegenden Musculus opponens pollicis, ist kaum wahrzunehmen. Wenn die Innervation des Musculus flexor pollicis brevis vom Nervus ulnaris geleistet wird, ist dieser selten von schweren Hypotrophien befallen. Die Funktion des Musculus abductor pollicis brevis wird bei der Opposition von keinem andern Muskel genügend übernommen, so dass der Versuch zu opponieren beim Ausfall des Musculus abductor pollicis brevis und unter guter Funktion des Musculus flexor pollicis brevis sowie guter Funktion des Musculus opponens, den Daumen lediglich an die Basis des gestreckten Kleinfingers bringen wird.

4.7.1.d.- Tinel-Hoffmann-Test

Aus den Erfahrungen mit Nervenverletzungen des ersten Weltkrieges gaben der französische Neurologe Jules Tinel und der deutsche Privatdozent Paul Hoffmann schon im Herbst 1915 jenes Phänomen bekannt, welches nach Kriegsende unter dem Namen Tinel-Hoffman-Test gebräuchlich war. Bei neutraler Handgelenksposition wird durch Beklopfen des Nervus medianus im Verlauf über dem Handgelenk eine verstärkte sensible Sensation ausgelöst. Der Test darf als positiv nur dann angesehen werden, wenn Parästhesien von einem sanften Druck, besser durch ein leichtes

Beklopfen des Nervus medianus am Handgelenk mit dem Finger oder mit dem Reflexhammer ausgelöst werden.

4.7.1.e.- Elektrophysiologische Untersuchung

Die elektrophysiologischen Untersuchungen wurden präoperativ von unterschiedlichen niedergelassenen Neurologen durchgeführt. Es wurde die distale motorische Latenz übernommen. Die motorische Neurographie hat einen Empfehlungsgrad A bei AWFM Leitlinien (Leitlinie der Deutschen Gesellschaften für Handchirurgie, Neurochirurgie, Neurologie und Orthopädie 2007). Bei einer Distanz von 6,5 cm ist ein Wert von mehr als 4,2 ms pathologisch.

4.7.2.- Operation

4.7.2.a.- Indikation

Versagen konservativer Maßnahmen ist bei manchen Krankheiten die Indikation für den chirurgischen Eingriff. Dies gilt auch für die Behandlung des KTS. Bei sehr intensiven, wenn auch kurzdauernden, den Patienten belastenden Schmerzen und Parästhesien besteht eine Operationsindikation. Bei progradienten neurologischen Ausfällen, sowie bei elektrophysiologischer Bestätigung des KTS besteht ebenfalls eine Operationsindikation.

4.7.2.b.- Operationsablauf

Der Eingriff wird ambulant durchgeführt. Die Operationen wurden in Infiltrationsanästhesie (5 ml Bupivacain 0,5 %) nach üblicher Hautdesinfektion vorgenommen. Nach einem ca. 3 cm langen Hautschnitt mittig zwischen Thenar und Hypothenar wurde zunächst die Palmarfaszie gespalten. Anschließend wurde das Retinaculum flexorum freipräpariert. Zur Dekompression des Nervus medianus wurde das Retinaculum komplett und die nach proximal anschließende Unterarmfaszie in ca. 2 cm Länge gespalten. Der Karpaltunnel wurde auf zusätzliche Kompressionen des Nervus medianus inspiziert. Nach ausreichender Dekompression des Nervus medianus wurde die Haut mit Einzelknopfnähten verschlossen.

4.7.2.c.- Feststellung der MUV und der Mitte des Retinaculum flexorum

Die Mitte der Rascetta wurde für den proximalen Beginn der Schnittführung festgelegt. Sie entspricht in etwa dem Verlauf der Sehne des Musculus palmaris longus. Die Schnittführungs-ebene wurde nach Spaltung der Palmarfaszie auf das Retinaculum flexorum übertragen und hier als Mitte des Retinaculum definiert. Eine Ungenauigkeit von 2-3 mm wurde akzeptiert. Befand sich

in der Mitte der palmaren Fläche des Retinaculum Muskelgewebe, wenn auch nur in geringem Ausmaß, wurde dieser Befund als Muskelursprungsvariante festgelegt. Eine weitergehende laterale Präparation zur Erkundung der Herkunft des Muskelgewebes vom Thenar oder Hypothenar erfolgte nicht, weil es nicht auszuschließen war, dass dies für den Patienten nachteilig wäre. Es konnte ausgeschlossen werden, dass es sich um Muskelgewebe des Musculus palmaris brevis handelte, da dieser an der Palmarfaszie ansetzt und in keinem Fall Muskelgewebe von der Palmarfaszie oder der Subkutis zum Retinaculum zog.

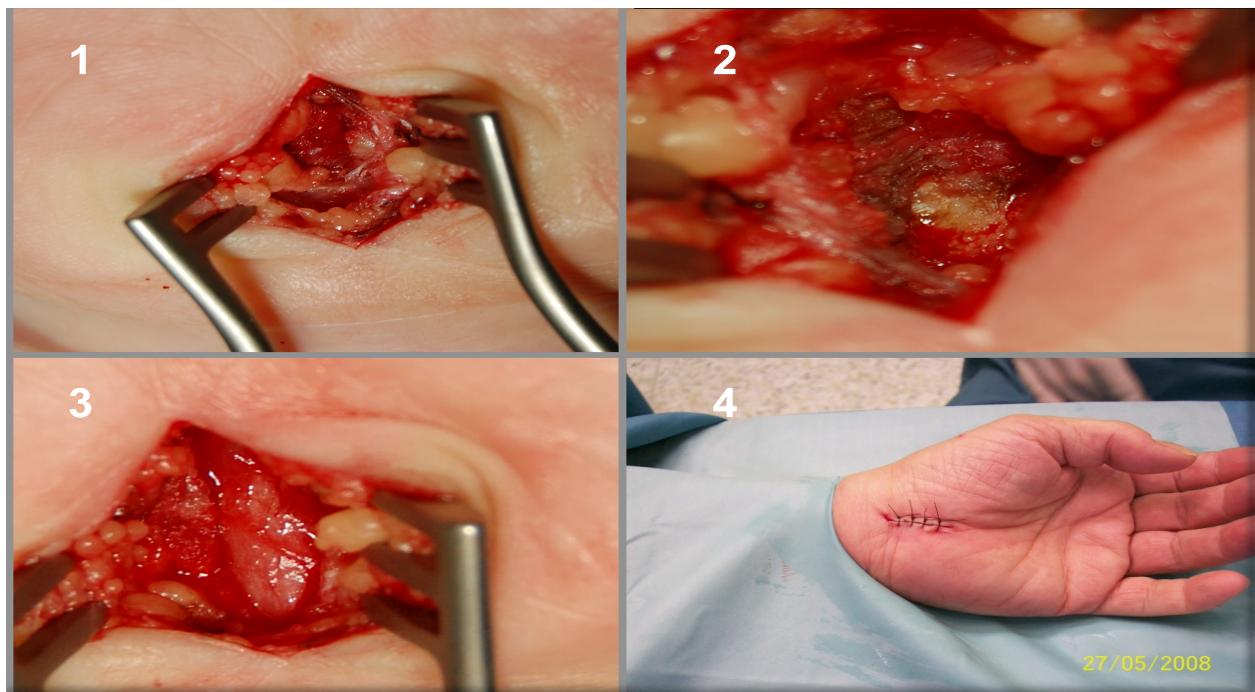


Abb. 3: Dekompression des Nervus medianus im Handgelenkbereich links Darstellung der Die Muskel-Ursprungs-Variation (MUV). Operatives Vorgehen.

Fig.1: Nach Infiltrationsanästhesie, Hautschnitt ulnar der Linea vitalis. Ulnares Abtrennen und Weghalten der Palmaraponeurose. Darstellen des MUV. **Fig.2:** Detail des MUV und RF. **Fig.3:** Einschneiden desselben. Darstellen des Nervus medianus. Spaltung des RF. Nun ist der Nervus medianus allseits frei. **Fig.4:** Hauteinzelnopfnähte.

4.7.3.- Postoperative Untersuchungen

Bei der Beurteilung der Operationsergebnisse muss man sich in der Regel, mehr den Angaben der Patienten, als nach dem objektiven Befund orientieren. Das Zurückbleiben einer leichten Hypotrophie der Daumenballenmuskulatur beispielsweise ist neurologisch von Bedeutung, kann aber für den schmerzfreien Patienten wenig ins Gewicht fallen. Anhand der postoperativen Bestimmung der Nervengeschwindigkeit des Nervus medianus durch den Karpaltunnel sind

Schlagenhauff und Glasauer, 1971, der Ansicht, dass sich der Nerv vorwiegend während der ersten drei Monate erholt, nachher aber noch seine Funktion bis zum 36. Monat nach der Operation weiter verbessern kann. Aufgrund dieser Tatsache wurden die postoperativen Kontrollen nach einer Woche und drei Monaten telefonisch durchgeführt.

- a) Postoperative Untersuchung nach einer Woche: Die erste postoperative Nachkontrolle fand zwischen dem 7-12. Tag statt. Die Zeit der Fädenentfernung. Die Fädenentfernung wurde in den meisten der Fälle von den Hausärzten durchgeführt.
- b) Spätere Nachkontrolle: Die postoperative Nachkontrolle fand drei Monate nach der Operation statt.

Die Patienten konnten den Gesamtoperationserfolg in die Kategorien: Symptomfrei, gebessert, gleich und verschlechtert einstufen. Alle 100 Patienten wurden erreicht und konnten Auskunft geben.

4.8.- Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung wurden nicht-parametrischer Rangsummen-Tests verwendet:

- Der Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben überprüft, ob sich die zentralen Tendenzen von mehr als zwei verschiedenen Stichproben signifikant voneinander unterscheiden. Die abhängige Variable muss dabei nicht normalverteilt, aber mindestens ordinal skaliert sein.
- Der Exakte Fisher-Test (Exakter Chi-Quadrat-Test): Der Chi-Quadrat-Test untersucht, ob zwei klassifizierte Variablen voneinander abhängig sind. Wenn der Chi-Quadrat-Test wegen zu geringer Erwartungswerte nicht zulässig ist, wird der zweiseitige Test nach Fischer berechnet.

Nullhypothese H_0 lautet: Zwischen den Gruppen besteht kein Unterschied. Zur Auswertung wurde die SPSS Software verwendet. Ein signifikanter Unterschied wurde bei $p < 0.05$ akzeptiert. Zur vergleichbaren Quantifizierung der Testergebnisse werden p-Werte angegeben. P-Werte unter 0,05 werden als signifikant bezeichnet und als wesentlich interpretiert. Die p-Werte werden mit dem gewohnten Stern-Symbol gekennzeichnet: $p < 0,05 *$.

5.- ERGEBNISSE

5.1.- Demographie

Von den 100 Patienten unserer Studie waren 22 männlich (22%) und 78 (78%) weiblich. Von den untersuchten Leichen waren 9 männlich (39,13%) und 14 weiblich (60,86%).

Tabelle1. Prävalenz

Anzahl und Prozentsatz von Patienten und Leichen (Gesamtzahl und Hände).

p= 0,76₍₁₎

(1) p aus dem Exakten Fisher-Test für die Verteilung von MUV bei Patienten versus Leichen.

p= 0,43₍₂₎

(2) p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test für die Geschlechterverteilung.

- MUV= ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

		Patienten				Leichen				
		Gesamtzahl		Hände		Gesamtzahl		Hände		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
MÄNNER	-MUV	19	19%	26	20,8%	8	34,7%	17	36,9%	
	+MUV	3	3%	3	2,4%	1	4,3%	1	2,1%	
	Total	22	22%	29	23,2%	9	39,1%	18	39,1%	
FRAUEN	-MUV	62	62%	78	62,4%	12	52,1%	25	54,3%	
	+MUV	16 (2 Bds)	16%	18	14,4%	2 (1 bds)	8,6%	3	6,5%	
	Total	78	78%	96	76,8%	14	60,8%	28	60,8%	
		Total -MUV	81	81%	104	83,2%	20	86,9%	42	91,3%
		Total +MUV	19	19%	21	16,8%	3	13%	4	8,6%
TOTAL		100 Menschen		125 Hände		23 Leichen		46 Hände		

Tabelle 1.2. KTS Verteilung bei Patienten

Anzahl und Prozentsatz von der klinische KTS Verteilung auf die Patienten.

p= 0,13₍₃₎

p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test .

p= 0,13₍₄₎

(3) Für die Verteilung bei einseitigem KTS.

(4) Für die Verteilung bei beidseitigem KTS.

-MUV= ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation .

		Einseitige KTS		Beidseitige KTS	
		n	%	n	%
-MUV	49	60,4%		32	39,6%
	12	63,1%		7	36,9%
TOTAL	61	61%		39	39%

Es handelte sich um 125 operierte Hände bei 100 Kranken, wovon 61% an einem einseitigen Karpaltunnelsyndrom (KTS) litten und 39 % an beidseitigem KTS litten. Es fanden sich keine Unterschiede zwischen Patienten-MUV (Patienten ohne muskulärer Ursprungs-Variation) und Patienten+MUV (Patienten mit muskulärer Ursprungs-Variation), bei der Verteilung von KTS

einseitig und KTS beidseitig. Es wurden 21 MUV bei 19 Patienten gefunden (16,8% der Hände, 19 % der Patienten). Bei 13 % der Leichen (8,6% der Hände), wurde die MUV gefunden. Die Frauen überwogen insgesamt mit einem Verhältnis von 1:3,5. Bei Patienten-MUV bleibt dieses Verhältnis fast identisch (1:3,2). Bei Patienten+MUV ist der Frauenanteil höher in einem Verhältnis von 1:5,3. Die Inzidenz von MUV beim KTS ist wesentlicher höher bei Frauen als bei Männern, trotzdem wurde keine statistisch signifikante Differenz zwischen Männer und Frauen bei der MUV-Verteilung gefunden ($p= 0,43$). Die statistische Auswertung für die MUV-Verteilung in Patienten und Leichen (Kontroll-Population) ergab keinen wesentlichen Unterschied ($p=0,76$), so dass keine direkte Beziehung zwischen MUV und KTS festgestellt werden konnte.

Tabelle 2. Altersverteilung

p= 0,078

Altersverteilung bei der Operation.

p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test.

- MUV= ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-
-MUV	0	0	6	11	20	14	16	15
+MUV	0	0	5	2	3	1	4	3
TOTAL	0	0	11	13	23	15	20	18

Die Patienten waren durchschnittlich 63 Jahre alt, die jüngste Patientin 30 und die älteste Patientin 91 Jahre alt. Das Durchschnittsalter bei Patienten-MUV betrug: 61,87, bei Patienten+MUV: 59,15. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede bei der Altersverteilung ($p=0,78$). Aus unseren erhobenen Daten bestätigt sich weiterhin, dass das KTS vorwiegend Frauen, vermehrt nach dem 40-50 Lebensjahr betrifft. Ein KTS unter dem zwanzigsten Lebensjahr kommt selten vor. Die MUV überwiegt bei jüngeren Patientengruppen im dreißigsten Lebensjahr. Es bestätigt sich trotzdem nicht, dass die MUV einen Einfluss auf ein frühes Auftreten der Krankheit hat.

Tabelle 3. Händigkeit

Anzahl und Prozentsatz von operierten Händen.

- MUV= ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

	Rechte Hand		Linke Hand	
	n	%	n	%
-MUV	60	48%	44	35,2%
+MUV	14	11,2%	7	5,6%
TOTAL	74	59,2%	51	40,8%

Von den einseitig erkrankten Patienten wurden 49 rechts und 26 links operiert. 25 erkrankte Patienten wurden auf beiden Seiten operiert. Die MUV überwiegt auf der rechten Hand in einem Verhältnis von 2:1.

5.2.- Verteilung der präoperativen Symptome

Tabelle 4. Erstes Symptom

p= 0,212

Anzahl und Prozentsatz von dem ersten angegebenen präoperativen Symptom (je nach Zeitpunkt des Erscheinen).

p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test .

-MUV=Ohne Muskel Ursprungs-Variation. +MUV= mit Muskel Ursprungs-Variation.

	-MUV		+MUV		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
PARÄSTHESIEN	22	27,1%	3	15,7%	25	25%
DYSÄSTHESIEN	42	51,8%	12	63,1%	54	54%
SCHMERZEN	10	10,2%	2	10,5%	12	12%
SCHWELLUNG	2	2,4%	1	5,2%	3	3%
SCHWÄCHE	5	6,1%	1	5,2%	6	6%

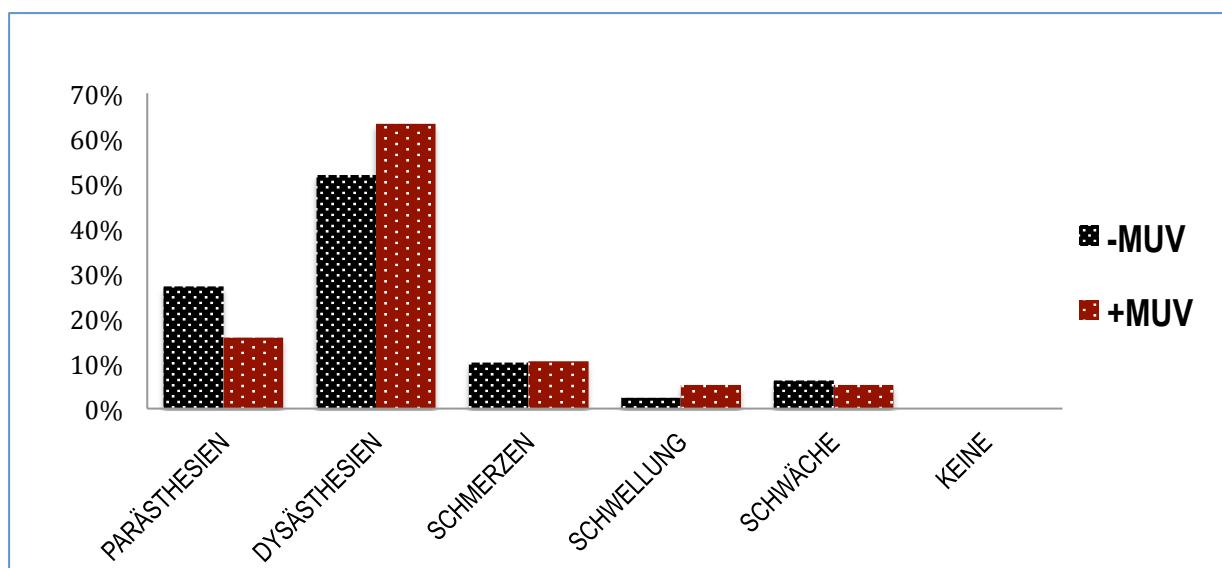


Abb. 4 Prozentsatz der ersten aufgetretenen Symptome.

In 91% hat sich die Kompression des Nervus medianus am Handgelenk mit sensorischen Symptomen bemerkbar gemacht: 54% mit Dysästhesien, 25% mit Parästhesien und 12% mit Schmerzen. In beiden Gruppen sind die Dysästhesien das häufigste Symptom, gefolgt von den Parästhesien. In 3% hat sich das Syndrom mit einem „Schwellungsgefühl“ der Hand eingestellt. Es wurde folgendermaßen beschrieben: „Beim Erwachen werden die Finger wie geschwollen

empfunden“. Im Vordergrund des klinischen Bildes standen bei 6% aller Patienten die Parese und gegebenenfalls Hypotrophie des Daumenballens. Es fand sich kein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p=0,212$).

Tabelle 5. Zweites Symptom

p= 0,876

Anzahl und Prozentsatz erstes angegebene präoperatives Symptom.

p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test .

- MUV= ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

	-MUV		+MUV		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
PARÄSTHESIEN	4	4,9%	1	5,2%	5	5%
DYSÄSTHESIEN	17	20,9%	2	10,5%	19	19%
SCHMERZEN	59	72,8%	15	78,9%	74	74%
SCHWELLUNG	0	0%	0	0%	0	0%
SCHWÄCHE	4	4,9%	0	0%	4	4%
KEINE	6	7,4%	1	5,2%	7	7%

Die Schmerzen sind das häufigste Symptom bei der zweiten subjektiven Symptomgruppe mit 74%, gefolgt von Dysästhesien und Parästhesien. Hier fand man, wie beim ersten Symptom keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Gruppen ($p=0,876$).

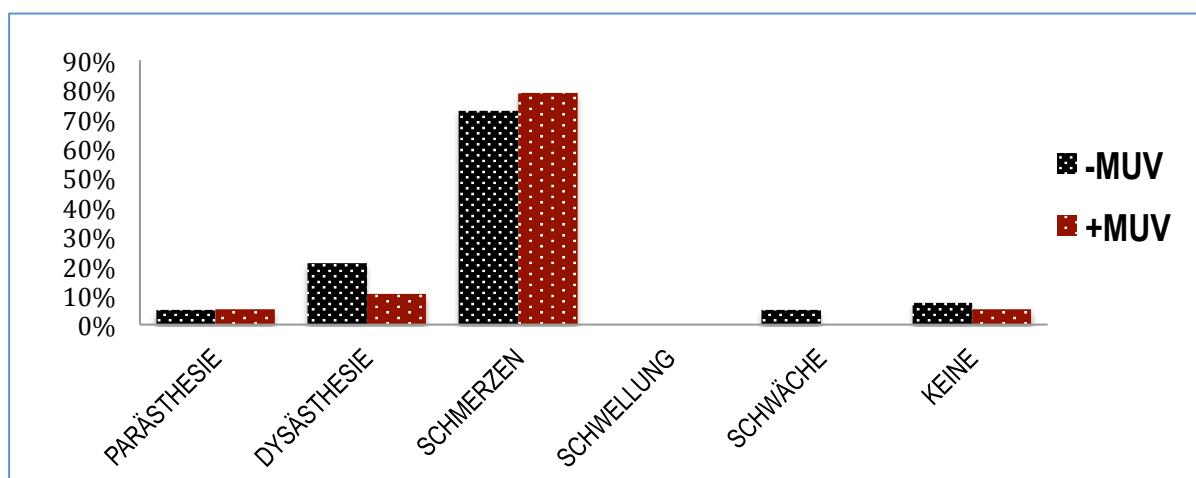


Abb.5 Prozentsatz, der zweiten aufgetretenen Symptome.

5.3.- Objektive Befunde

Tabelle 6. Objektivierbare Befunde

Anzahl und Prozentsatz von präoperativen objektivierbaren neurologischen Befunden sowie diagnostische Tests.
p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test . p < 0,05= *.

- MUV= ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

	-MUV		+MUV		Total		P
	n	%	n	%	n	%	
KEINE AUSFÄLLE	11	13,5%	2	10,5%	13	13%	
HYPÄSTHESIE	70	86,4%	16	84,2%	86	86%	0,727
I-III DIGITUS	24	29,6%	5	26,3%	29	29%	0,419
I-IV DIGITUS	46	56,5%	11	57,8%	57	57%	0,256
TINEL EINSEITIG	40	49,3%	10	52,6%	51	51%	
BEIDSEITIG	14	17,2%	5	26,3%	19	19%	0,235
PARESE	34	41,9%	11	57,8%	45	45%	0,044*
ATROPHIE	20	24,6%	8	42,1%	28	28%	0,005*

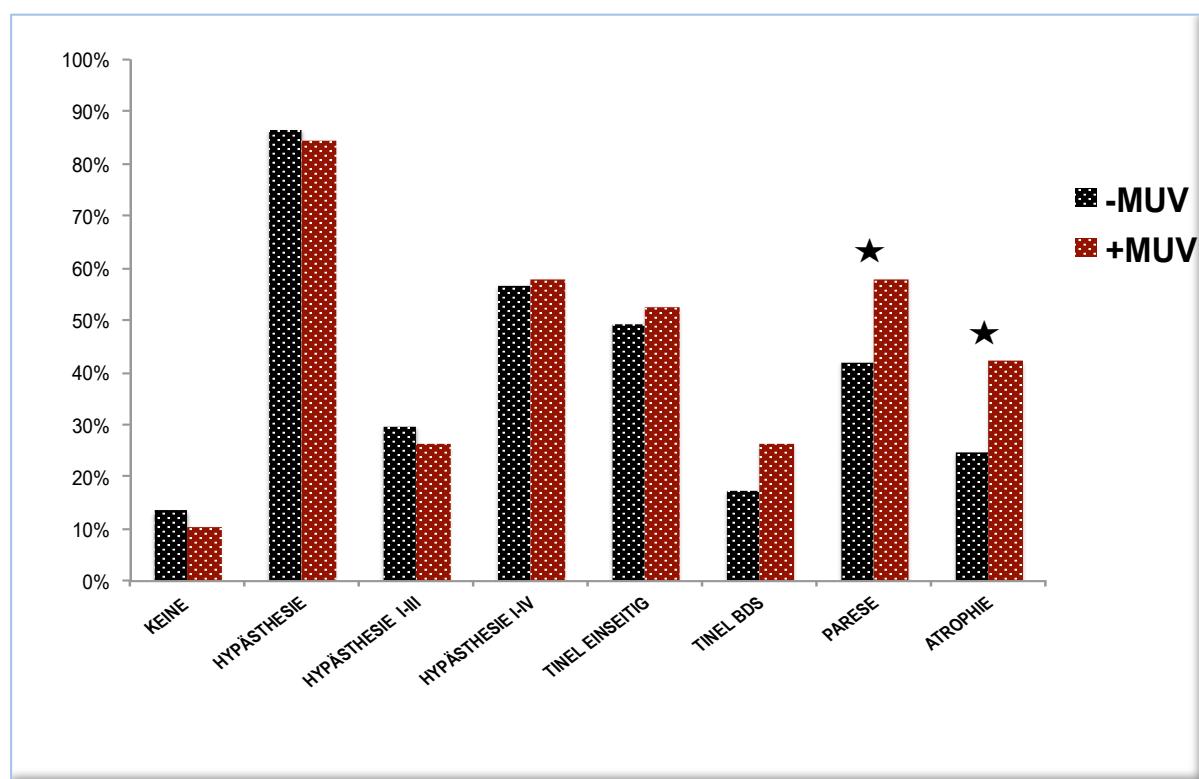


Abb.6 Prozentsatz, der präoperativen Befunde. p<0,05= ★

In der Mehrzahl der Fälle fand sich ein objektivierbarer Ausfall, aber in 13,58 % der Patienten-MUV sowie 10,52% in die Patienten+MUV, gab es keine Ausfälle. Hypästhesie: (p=0,727). Oft tritt das KTS mit Sensibilitätsstörungen in Erscheinung, das heißt mit einem langsam zunehmenden Ausfall

der Oberflächensensibilität. Die Hypästhesie war das häufigste Symptom, es trat in beiden Gruppen mit der gleichen Häufigkeit auf. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede: (Hypästhesie I-III Digitus: $p=0,419$) (Hypästhesie I-IV Digitus: $p= 0,256$). Tinel ($p=0,235$): Man fand keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen. Bei Parese ($p= 0,044$) und Atrophie ($p= 0,005$) findet sich ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen.

5.4.- Elektrophysiologieverteilung

Es fanden sich keine Unterschiede (EPhys links $p=0,72$ und EPhys re $p= 0,26$).

5.5.- Kontrolle nach einer Woche

Tabelle 7. Subjektive Zustand 1 Woche nach die Operation

$p= 0,01^*$

Anzahl und Prozentsatz in Bezug auf die Entwicklung der allgemeinen Beschwerden nach 1 Woche postoperativ.

p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test . $p < 0,05 = ^*$.

- MUV= Ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

	Schlechter		Gleich		Besserung		Beschwerdefreiheit	
	n	%	n	%	n	%	n	%
-MUV	2	2,4%	11	13,5%	55	67,9%	13	16%
+MUV	0	0%	2	10,5%	4	21%	13	68,4%
TOTAL	2	2%	13	13%	59	59%	26	26%

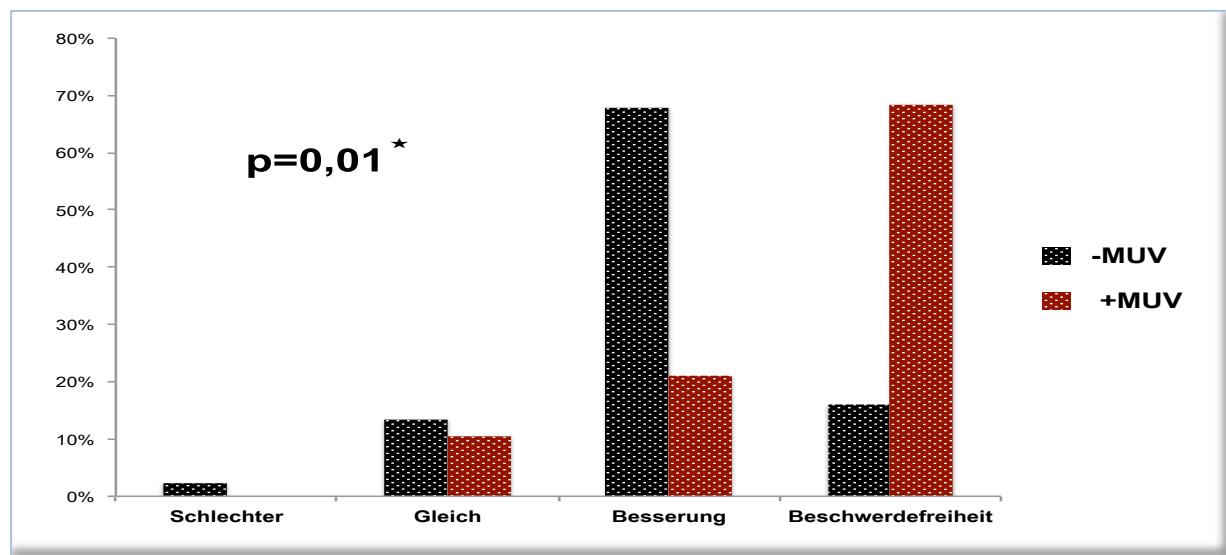


Abb. 7 Prozentsatz subjektiver Zustand bei der ersten Kontrolle.

5.6.- Kontrolle nach drei Monaten

Tabelle 8. Subjektive Zustand 3 Monate nach die Operation

p= 0,01*

Anzahl und Prozentsatz in Bezug auf die Entwicklung der allgemeinen Beschwerden nach 3 Monaten postoperativ.

p aus dem Independent-Samples Kruskal-Wallis Test . p < 0,05= *.

- MUV= Ohne Muskel-Ursprungs-Variation. + MUV= mit Muskel-Ursprungs-Variation.

	Schlechter		Gleich		Besserung		Beschwerdefreiheit	
	n	%	n	%	n	%	n	%
-MUV	6	7,40%	4	4,9%	39	48,1%	32	39,5%
+MUV	0	0%	0	0%	1	5,26%	18	94,73%
TOTAL	6	6%	4	4%	40	40%	50	50%

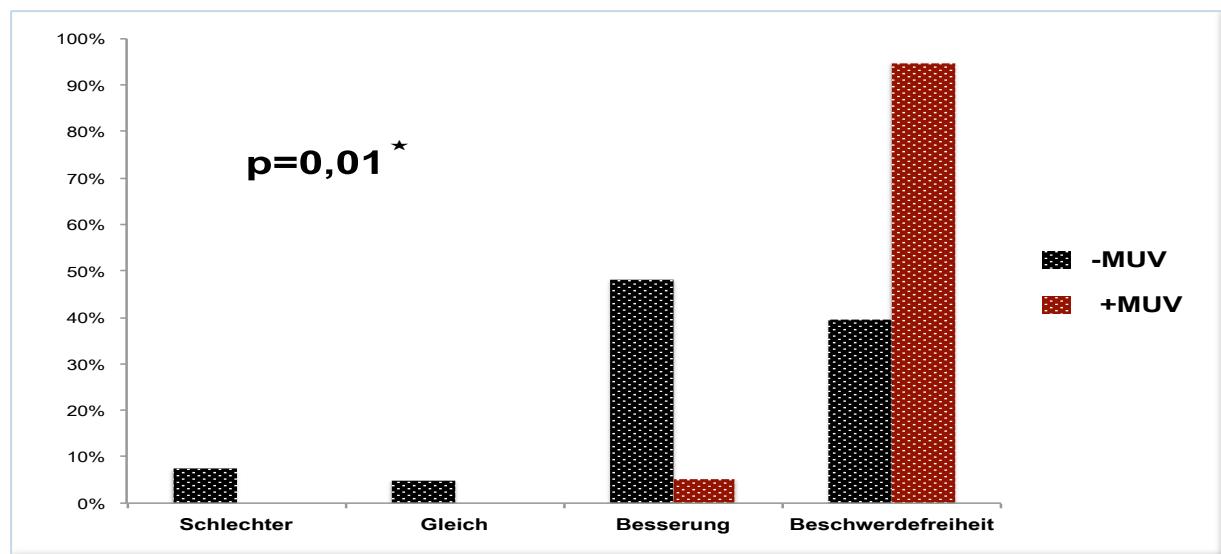


Abb. 8 Prozentsatz subjektiver Zustand bei der postoperative Spätkontrolle.

5.7.- Postoperative Komplikationen

Als postoperative Komplikationen wurden bei der Nachuntersuchungen durch die Praxis von PD Dr. med. Megele: drei Fälle mit hypertrophischer Narbe, sechs mit Wunddehiszenz, und ein Fall mit Wundhämatom. Die sechs Fälle mit Wunddehiszenz boten keine besonderen therapeutischen Schwierigkeiten. Die Wunde heilte unter konservative Therapie meistens innerhalb von drei bis vier Wochen aus. Nur in einem Fall sahen wir eine Keloidbildung, mit sekundärer Bewegungseinschränkung und konsekutive Verschlechterung der Symptome.

6.- Diskussion

6.1.- Vorbemerkung

Die Ziele unserer Arbeit waren die Beschreibung der MUV am Karpaltunnel und ihre Rolle in der Entstehung des Karpaltunnelsyndrom, deren Häufigkeit, Verteilung und Einfluss auf das prä- und postoperative Ergebnis, sowie ihre Wichtigkeit im operativen Alltag.

6.2.- Definition von MUV

Singer und Ashworth, 2001, hatten die anatomischen Variationen in zwei Gruppen eingeordnet: Typ I „Intrinsisch“ und Typ II „Extrinsisch“. Die Extrinsischen sind anatomische Variationen, die außerhalb des Kanals liegen, aber über und in direktem Kontakt mit dem Ligamentum transversum sind. Die Variationen IIA gehören zu den Thenar- und die IIB zur den Hypothenar-Variationen. Bei der Typ IIC –Variation handelt es sich um Muskeln die ihren Ursprung am Musculus Palmaris longus oder an der Fascia antebrachii haben, das Handgelenk kreuzen, und im Thenar- oder Hypothenarbereich ansetzen. Unsere Definition von MUV, richtet sich nach dem chirurgischen Standpunkt. Sie enthält die Variationen Typ IIA und B von Singer und Ashworth. Unsere Definition der MUV ist: Muskelgewebe, dorsal von Retinaculum flexorum, das zwischen Thenar und Hypothenarbereich verläuft. In unserer Definition werden Ursprung und Ansatz nicht berücksichtigt. Durch eine minimale offene Technik, kann das Muskelgewebe gut erkannt werden. Um den Ansatz und Ursprung darzustellen, muss eine Schnitterweiterung durchgeführt und die Strukturen transversal abpräpariert werden. Dies könnte zu einer Zunahme der Komplikationen führen, und würde die Operationszeit verlängern. Diese Risiken wollten wir bei unseren ambulant durchgeführten Operationen nicht eingehen.

6.3.- Pathogenese - Einfluss der muskulären anatomischen Variationen auf die Entstehung des Karpaltunnelsyndroms

Von verschiedenen Autoren wurden die extrinsischen anatomischen Variationen als Ursache von KTS beschrieben (Still und Kleinert, 1973, Jackson und Harkins, 1972, Backhouse und Churchill-Davison, 1975). Sie unterstreichen die Wichtigkeit der Kompressionseffekte von diesen Strukturen auf den Nervus medianus durch Zunahme des Drucks, und somit ihren Einfluss auf die Entstehung des KTS. Die Überlegung von ihnen war, dass KTS-Patienten mit anatomischen

Variationen, im Vergleich zu Patienten ohne Variationen, die die gleichen Handaktivitäten ausüben, aufgrund der Druckzunahme auf den Karpaltunnel, häufiger und früher KTS entwickeln (Singer und Ashworth, 2001). Megele, 1989, und Megele et al., 1991, haben erstmalig einen Einfluss der Anspannung des M. abductor pollicis brevis auf den Druck im Karpaltunnel bei Karpaltunnelsyndrom Patienten festgestellt. Der dort erhobene Befund, dass bei Muskelanspannung die Drücke im proximalen Karpaltunnel höher sind als im distalen, korreliert mit der Anatomie des stärkeren Muskelursprungs am proximalen Abschnitt des Retinaculums. Wenn wir die MUV als Ursache für die Ausbildung des KTS ansehen würden, sollte man davon ausgehen, dass bei medialen Muskelursprüngen, die Drücke im Karpaltunnel höher sind als bei lateralen Muskelursprüngen. Die Erhöhung der Druckbelastung in Kombination mit Zunahme des Sehnenscheidenvolumens, könnte zu einer Verstärkung der KTS Entwicklung nach manueller Belastung führen (Cobb et al., 1995). Statistisch konnte dies jedoch nicht belegt werden. Wir fanden keine signifikanten Unterschiede bei der MUV-Prävalenz zwischen Patienten und Kontrollgruppe. Deswegen können wir ausschließen, dass Patienten+MUV häufiger als die Kontrollgruppe KTS entwickeln. Nach unserer Theorie verursacht die MUV eine Druckerhöhung am Karpaltunnel, die aber nicht ausreicht, um die MUV als einzigen Faktor für die Entstehung vom KTS verantwortlich zu machen. Aufgrund der besseren postoperativen Ergebnisse bei Patienten+MUV, hat sich gezeigt dass die MUV dennoch eine Bedeutung auf die Ausrichtung der Therapie hat und somit auf die Darstellung des gesamten Krankheitsbildes.

Unsere Kontrollgruppe könnte als „nicht aussagekräftige“ Kontrollgruppe betrachtet werden. Eine Alternative wäre eine Kontrollgruppe mit Menschen ohne KTS, die die gleichen Aktivitäten wie unseren Patienten ausübten. Die Feststellung der Handanatomie, sollte durch bildgebende Untersuchungen wie MRT durchgeführt werden. Die MRT-Bildgebung ermöglicht ein Staging vom Kompression-Grad des Nervus medianus im KTS (Kleindienst et al., 1998). Wir sahen diese Möglichkeit aufgrund der höheren Kosten und des höheren Zeitaufwandes für Krankenhaus und Kontrollgruppe, als nicht sinnvoll.

6.4.- Klinische Hinweise für MUV in Patienten mit Karpaltunnelsyndrom

Für Singer und Ashworth, 2001, sind die anatomischen Variationen bei KTS-Patienten in direkter Beziehung mit dem Alter und der Handdominanz. In ihrer Studie stellten sie fest, dass die anatomische Variationsprävalenz bei Patienten unter 40 Jahren 3,2 odds ratio höher war, als bei Patienten über 40 Jahren. Des Weiteren geht aus ihre Studie hervor, dass die dominante Hand bei

Patienten unter 40 Jahren in 71% der Fälle betroffen war. Anhand unserer Daten, können wir diese Theorie, in Bezug auf die MUV nicht bestätigen. Obwohl tendenziell die Patienten+MUV jünger als Patienten-MUV waren, haben wir keine signifikanten Unterschiede bei der Altersverteilung gefunden. Es bestätigte sich nicht, dass die MUV einen Einfluss auf ein frühes Auftreten der Krankheit hat. Aufgrund verschiedener Aspekte fanden wir den Zusammenhang zwischen Handdominanz und anatomische Variationen in Bezug auf die MUV nicht relevant. In beiden Gruppen verteilten sich die Anzahl der operierten Hände unabhängig von anatomischen Variationen ähnlich. In der europäischen Bevölkerung überwiegt die Anzahl der Rechtshänder mit 80-85%, (Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin) so dass statistisch gesehen, mehr Rechtshänder am KTS leiden. In unserer Studie überwiegen die Operationen an der rechten Hand; bei Patienten+MUV in einem Verhältnis von 2:1, und bei Patienten-MUV 1:1,36. Zusätzlich fanden wir keine Unterschiede bei der KTS-Verteilung (Einseitiges KTS/ Beidseitiges KTS) zwischen Patienten-MUV und Patienten+MUV. Wir glauben, dass die Handdominanz beide Gruppen in gleicher Form beeinflusst, unabhängig von den anatomischen Variationen. Wir fanden keinen klinischen Hinweis der mit der MUV korreliert.

6.5.- Prävalenz

Singer und Ashworth, 2001, fanden bei 21% von 147 Händen eine MUV (Variationen Typ IIA und Typ IIB). Wir fanden die MUV in 16,8% von 125 Händen. Die Prävalenz der MUV, die wir bei Leichen gefunden hatten, war geringer als bei Patienten (8,6%). Leider konnte nicht bewiesen werden, welche Leichen tatsächlich am Karpaltunnelsyndrom litten. Unsere Untersuchungen an der Leiche waren Voraussetzung, um die MUV beschreiben zu können, und eine klare Definition zu geben. Die unterschiedlichen MUV Prävalenzen bei Patienten und Leichen sind statistisch nicht signifikant. Wie bei Geoghegan et al., 2004, bestätigen unsere Daten, dass das KTS vorwiegend bei Frauen, vermehrt im 40.-70. Lebensjahr auftritt. Tendenziell dagegen überwiegt die MUV auch bei Frauen, aber in jüngeren Patientengruppen, trotzdem ist es jedoch statistisch nicht signifikant. Die rechte Hand überwiegt mit 59%. 61% der Patienten litten an einem einseitigen KTS und 39 % an beidseitigem KTS. Rosenbaum und Ochoa, 2002, fanden bis zu 80% Prävalenz für beidseitiges KTS. Dieser letzte Punkt ist im Gegensatz zu den erhobenen Daten in der Literatur deutlich geringer. Unsere Daten bestätigen nicht die Theorie von Tanzer, 1957, dass „occupational Karpaltunnelsyndrom“ bei Patienten mit anatomischen Variationen häufiger und früher auftritt.

6.6.- Symptome

Die Symptome des Karpaltunnelsyndrom sind nicht von den anatomischen Variationen abhängig. Es findet sich kein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen: "die Brachialgia paraesthesia nocturna" ist das typische Symptom. Es geht von einem leichten "Kribbeln" in einigen Finger und im Handteller, welches jahrelang, besonders nach bestimmten Handlungen eintritt, bis zu hochgradigen, lästigen Missemmpfindungen und Schmerzen, die sinne causa auftreten und stundenlang anhalten können. Die Entstehung der Symptome ist abhängig von Zeit, auch von manueller Überlastung, Gravidität oder schwerer Verletzung (AWFM-Leitlinien: Leitlinie der Deutschen Gesellschaften für Handchirurgie, Neurochirurgie, Neurologie und Orthopädie 2009). Nora et al., 2005, untersuchten in ihrer Studie 1549 Brasilianer. Sie fanden dass Parästhesien und Dysästhesien die häufigsten Symptome waren, die Schmerzen traten auch sehr häufig auf, waren aber weniger spezifisch als die beiden anderen; und die Schwäche, hatte eine deutlich niedrigere Frequenz. Wir haben jeden Patient nach der Reihenfolge des Auftreten über die ersten zwei Symptome befragt. Die Verteilung der bei unseren Patienten zu erst aufgetretenen Symptome stimmt mit der Studie von Nora et al., 2005, überein. In 79% hat sich die Kompression des Nervus medianus am Handgelenk mit sensorischen Symptomen wie 54% Dysästhesien, 25% Parästhesien, bemerkbar gemacht. Nur in 12% der Patienten war die Schmerzsymptomatik das erste aufgetretene Symptom. Im Vordergrund des klinischen Bildes standen bei 6% das „Schwächegefühl“. Die Patienten klagten, das die Kaffeetasse morgens kaum zu halten sei, manchmal wurde sie fallen gelassen, oder könnten eine Flasche nicht aufmachen, weil sie keine Kraft hätten. Das Gefühl des Geschwollenseins der Finger wurde in 3% der Patienten gefunden. Obwohl Schmerzen ein sensorisches Symptom sind, und sie in die gleiche Gruppe von Parästhesien und Dysästhesien gruppiert werden sollten, haben wir aufgrund der Reihenfolge des Auftretens der Symptome sowie der guten Differenzierung durch die Patienten zwischen Kribbeln, Einschlafen und Schmerzen, die Schmerzen als ein unterschiedliches Symptom behandelt. Die Schmerzen sind das häufigste Symptom der zweiten subjektiven Symptomgruppe mit 74%, gefolgt von Dysästhesien und Parästhesien. Hier wie beim ersten Symptom, findet man keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Wir haben keinen Zusammenhang zwischen subjektiven Symptomen und der MUV gefunden. Es bestand keine Abhängigkeit der empfundenen Symptome sowie der Reihenfolge und der MUV. Es bestätigte sich, dass KTS-Symptome nicht von anatomischen Varianten abhängig sind. Die Symptome werden von allen Patienten gleich empfunden.

6.7.- Klinische Untersuchung - Objektive Befunde

Obwohl die Symptome in beiden Gruppen gleich verteilt sind, zeigte sich, dass die objektivierbaren Befunde bei Patienten+MUV bei Atrophie und Parese statistisch signifikant häufiger auftraten (p für Parese Verteilung, p=0,044. p für Atrophie Verteilung, p=0,005). Das wäre durch die Kompressionseffekte (Druckbelastung) erklärbar. Bei Tinel-Hoffman Test (p=0,0235) und bei Hypästhesie (p für Hypästhesie Verteilung, p=0,243; Hypästhesie I-III Digitus, p= 0,419; Hypästhesie I-IV Digitus p=0,256) konnte, wie in der Studie von Singer und Ashworth, 2001, keine statistische Differenz zwischen beiden Gruppen gefunden werden. Bei den elektrophysiologischen Untersuchungen fanden wir auch keinen Unterschied. (p für EPhys links Verteilung, p=0,72. p für die EPhys rechts Verteilung p=0,26).

6.8.- Operation - Darstellungen der Handmuskulatur

Um Komplikationen zu vermeiden und optimale Behandlungsergebnisse zu erreichen, ist eine genaue Kenntnis der Anatomie des Karpaltunnels notwendig. Bei endoskopischen Verfahren können einige Varianten nicht identifiziert werden. Trotzdem haben die endoskopischen Verfahren gegenüber den offenen Techniken weder eindeutige Vor- noch Nachteile gezeigt (Scholten, 2004). Wir glauben wie andere Autoren, dass eine genaue Inspektion des Karpaltunnels während der Operation notwendig ist (Siegel et al., 1995). Die verschiedenen Darstellungen von Strukturen der Hohlhand, die von vielen Autoren gemacht worden sind, zeigen in der Regel gut differenzierte Abgrenzungen bei dem Ursprung und dem Ansatz der Handmuskeln (z.B. Abb. 5.7 Hans-Martin Schmidt, Ulrich Lanz „ Chirurgische Anatomie der Hand“. Netter „Atlas für Human Anatomie, Seite 429“). Bei denen ist jederzeit der Ursprung der Thenarmuskulatur gut zu erkennen, und wird immer getrennt von der Hypothenarmuskulatur gezeigt. Auffällig ist zum Beispiel, dass die Distanz zwischen Thenar- und Hypothenarmuskulatur in den Zeichnungen der Anatomischen Atlanten sehr breit ist. In unseren Untersuchungen an Leichen konnten wir feststellen, dass die Muskelansätze nicht immer so gut abgrenzbar sind wie in den Zeichnungen.

6.9.- Nachkontrolle - Outcome

Um beide Gruppen vergleichen zu können und eine klinische Relevanz nachzuweisen, wurden die Patienten nach einer Woche und nach drei Monaten befragt. Bei der Beurteilung des Operationsergebnisses muss man in der Regel, viel mehr den Angaben der Patienten als dem objektiven Befund Rechnung tragen. Das Zurückbleiben einer leichten Hypotrophie der Daumenballenmuskulatur beispielsweise, ist neurologisch von Bedeutung, kann aber für den schmerzfreien Patienten wenig ins Gewicht fallen. Anhand der postoperativen Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit des Nervus medianus durch den Karpaltunnel sind Schlagenhauff und Glasauer, 1971, der Ansicht, dass sich der Nerv vorwiegend während der ersten drei Monate erholt, nachher aber noch seine Funktion bis zum 36. Monat nach der Operation weiter verbessern kann, was auch von Kemble, 1968, beobachtet wurde. Aufgrund dieser Untersuchungen, gelangt man zur Schlussfolgerung, dass der drei Monate nach der Operation erreichte subjektive und objektive Zustand sich nicht mehr wesentlich ändern wird, dass aber eine weitere Besserung bis drei Jahre nach der Operation möglich ist. Daher haben wir die Patienten über die Beschwerde Entwicklung nach einer Woche bzw. drei Monate nach der Operation telefonisch befragt.

Es zeigte sich ein besseres Ergebnis bei Patienten+MUV. In der ersten Nachuntersuchung zeigten sich bereits signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. In Patienten-MUV fand man eine Symptomfreiheit von 16%, im Vergleich zu Patienten+MUV mit 68,4%. In der späteren Nachkontrolle war dieser Unterschied bei Symptomfreiheit noch größer: 94,7% in Patienten+MUV im Vergleich mit 39,5% in Patienten-MUV. Wir haben verschiedene Hypothesen die die besseren postoperativen Ergebnisse bei Patienten+MUV erklären können.

- a) Durch den sehr medialen Ursprung der Thenar- und Hypothenarmuskulatur bei Patienten mit Muskel- Ursprungs-Variation kann postoperativ das gespaltene Retinaculum durch normale Muskelkontraktion besser vom N. medianus weggehalten werden und so der Karpaltunnel besser offen gehalten werden.
- b) Wenn die neurologische Defizite (Parese und Atrophie) bei Patienten+MUV ausgeprägter waren, empfanden die Patienten das Ergebnis als besser. Wir fanden bei Patienten+MUV nach drei Monaten keinen Patienten bei dem sich die Beschwerden sich nicht gebessert hätten.

c) Wie bereits erwähnt, ändern sich die subjektiven und objektiven Befunde wesentlich bis zu drei Monate nach der Operation, es ist jedoch eine weitere Besserung bis zu drei Jahren nach der Operation möglich.

Durch die Beseitigung des Krompressioneffektes, sowie die von den Patienten+MUV besser empfundenen postoperativen Ergebnisse, könnte man vermuten, dass die postoperative Erholungsphase bei Patienten+MUV schneller als bei Patienten-MUV ist. Wir glauben jedoch, dass sich langfristig die Ergebnisse ähneln könnten. Wir haben unsere Patienten eine Woche und drei Monate nach der Operation befragt, eine weitere Befragung fand nicht statt, so dass diese Hypothese nicht bestätigt werden konnte. Es gibt Daten die auf diese Hypothese hinweisen: Nach einer Woche fanden wir bei den Patienten+MUV in 68,4% Schmerzfreiheit. Bereits nach drei Monaten waren fast alle Patienten Beschwerden frei (94,73%). Bei den Patienten–MUV zeigte sich nach einer Woche postoperativ dass 16% der Patienten beschwerdefrei waren, bei 67,9% der Patienten trat eine Besserung ein. Nach drei Monaten erhöhte sich die Prozentzahl bei Beschwerdefreiheit bis zu 39,5% und reduzierte sich bei Beschwerdebesserung bis zu 48,14%. Sollte sich diese Tendenz bei Patienten–MUV in der gleichen Form entwickeln, würde sich bei einer späteren Kontrolle die Prozentzahl bei Beschwerdefreiheit steigern, so dass nach drei Jahren nach der Operation in beiden Gruppen die gleichen Ergebnisse erreicht werden könnten.

Durch die besseren postoperativen Ergebnisse in den ersten drei Monaten bei Patienten+MUV, hat sich gezeigt, dass die MUV, in dieser Zeit, eine klinische Relevanz hat und aus chirurgischer Sicht berücksichtigt werden sollte.

7.- Zusammenfassung

Das Karpaltunnelsyndrom ist das häufigste Kompressionssyndrom der peripheren Nerven. Ein Missverhältnis zwischen Breite und Inhalt des Karpaltunnels verursacht eine Druckschädigung des Nervus medianus. Mit der offenen, minimal invasiven chirurgischen Technik und mit Medialschnitt, unterhalb der Palmaraponeurose, gab es manchmal Muskelgewebe, das vor dem Erreichen des Retinaculum flexorum durchtrennt werden musste. Der Zweck der vorliegenden Studie ist es, festzustellen, wie oft dieses Muskelgewebe vorhanden ist und ob eine Korrelation zur Entstehung des KTS, sowie auf die prä-und postoperative Ergebnissen von klinischer und chirurgischer Seite bestand.

Methoden. In unserer Autopsien bestätigten wir die Existenz von Muskelgewebe zwischen Thenar und Hypothenar als Ursprungs Variation der Thenar-Hypothenar Muskulatur (Variationen Typ IIA und Typ IIB nach Singer und Ashworth, 2001). In 100 konsekutiven Patienten mit Karpaltunnelsyndrom, untersuchten wir die Häufigkeit von Muskel-Ursprungs-Variation (MUV). Die Nachuntersuchungen der Patienten, erfolgten durch Befragung nach einer Woche und drei Monaten. Wir verglichen die Gruppen KTS mit Variation (KTS+MUV) versus Karpaltunnelsyndrom ohne Variation (KTS-MUV), sowie KTS Patienten versus Kontrollgruppe (Leichen). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem SPSS-Software über den Kruskal-Wallis-Test und Exakter Fisher-Test für unabhängige-Proben. Eine statistische Signifikanz wurde bei $p < 0,05$ angenommen.

Ergebnisse. In 19% Prozent der Patienten bestätigten wir eine Muskel-Ursprungs-Variation. Die Prävalenz einer Muskel-Ursprungs-Variation bei KTS-Patienten war nicht höher als in der Kontrollgruppe (13%). Wir fanden keine signifikanten Unterschiede bei Alters- und Handverteilung. Die präoperativen Symptome wurden von allen Patienten gleich empfunden. Im Hinblick auf neurologische Parameter zeigten die Patienten mit Muskel-Ursprungs-Variation deutlich häufiger Parese ($p=0,044$) und Atrophie ($p=0,005$). Postoperative Untersuchungen ergaben eine höhere Inzidenz von Symptomverbesserung und Symptomfreiheit bei KTS-Patienten mit Muskel-Ursprungs-Variation nach einer Woche und nach drei Monaten ($p=0,001$ und $p=0,001$).

Diskussion. Zum ersten Mal berichten wir über die Rolle der Muskel-Ursprungs-Variation beim Karpaltunnelsyndrom Patienten. Wir haben die bereits beschriebenen Variationen Typ IIA und B von Singer und Ashworth, 2001, als eine einzige Variation, die Muskel-Ursprungs-Variation, beschrieben. Wir fanden keinen Anhalt, dass die Muskel-Ursprungs-Variation einen Einfluss auf eine häufigere und frühere KTS-Entwicklung hat. Wir glauben jedoch, dass MUV eine Druckerhöhung am Karpaltunnel bewirkt, jedoch nicht ausreicht, um KTS zu verursachen. Wir fanden keine klinischen Hinweise für eine Muskel-Ursprungs-Variation. Die Ergebnisse bei Patienten mit Muskel-Ursprungs-Variation waren bei der postoperativen Kontrolle statistisch signifikant besser. Aufgrund dessen können wir schlussfolgern, dass die MUV innerhalb dieser Zeit eine klinische Relevanz im Outcome hat. Eine langfristige Kontrolle wurde nicht durchgeführt. Wir vermuten jedoch, dass die Ergebnisse bei Patienten mit und ohne Muskel-Ursprungs-Variation gleich sind. Um Komplikationen zu vermeiden und einen optimalen Behandlungserfolg zu erzielen, ist eine genaue Kenntnis der Anatomie und deren Variationen des Karpaltunnels notwendig.

8.- Tabelle

Name	Alte	Geschlecht (Man=0/ Frau=1)	Klinisch KTS einseitig (0=Nein/ 1=ja)	Klinisch KTS bds (0=Nein / 1=ja)	Operation Einseitig (0=links/ 1=rechts/ 2=bds)	Operation bds (0=Nein/ 1=ja)
V,C	45	1	1	0	1	0
H,E	83	0	1	0	1	0
G,E	84	1	0	1	0	0
B,T	84	1	0	1	1	0
O,E	84	1	0	1	1	0
N,J	58	0	1	0	0	0
H,H	69	0	1	0	0	0
R,J	88	0	0	1	1	0
M,K	55	1	1	0	1	0
M,F	61	0	0	1	2	1
B,E	31	1	0	1	1	0
D,M	84	1	1	0	0	0
K,K	73	1	1	0	1	0
S,B	57	1	0	1	2	1
K,E	91	1	0	1	2	1
B,M	62	1	1	0	1	0
S,R	61	1	0	1	2	1
H,C	31	1	0	1	2	1
H,M	84	1	1	0	0	0
L,T	73	0	0	1	2	1
H,H	37	0	1	0	1	0
P,M	79	0	1	0	1	0
F,A	64	0	1	0	0	0
E,I	59	1	0	1	2	1
B,E	33	1	1	0	1	0
E,J	47	0	1	0	1	0
R,R	61	1	1	0	0	0
J,B	72	1	0	1	2	1
R,H	52	1	1	0	0	0
L,E	64	1	1	0	1	0
M,G	73	0	0	1	2	1
H,A	55	1	1	0	0	0
B,A	51	1	0	1	1	0
S,C	52	1	1	0	1	0
R,F	71	1	0	1	2	1
B,A	56	1	1	0	1	0
B,N	68	1	0	1	2	1
H,R	79	1	0	1	2	1
G,L	59	1	1	0	0	0
M,M	76	0	0	1	2	1
W,M	76	1	0	1	2	1
K,S	31	1	1	0	1	0
G,E	49	1	1	0	0	0
D,H	54	0	1	0	1	0
H,M	79	1	1	0	0	0
S,R	48	1	1	0	1	0
F,K	47	1	1	0	1	0
B,E	60	1	0	1	2	1
V,E	81	0	1	0	1	0
R,G	54	1	0	1	2	1
L,B	54	1	0	1	2	1

P,M	51	1	1	0	1	0
B,B	57	0	0	1	2	1
F,E	59	1	1	0	0	0
W,J	84	0	1	0	1	0
R,H	61	1	1	0	1	0
J,A	72	1	0	1	1	0
G,K	74	1	1	0	1	0
F,M	80	1	0	1	2	1
B,N	40	1	0	1	0	0
P,E	52	1	1	0	0	0
N,M	84	1	0	1	0	0
F,W	55	1	1	0	1	0
K,S	56	1	1	0	1	0
F,F	61	0	0	1	2	1
W,H	68	1	1	0	0	0
S,K	68	1	1	0	1	0
Z,M	34	1	1	0	1	0
S,K	40	1	1	0	0	0
R,C	46	1	1	0	1	0
D,H	82	0	0	1	1	0
P,R	51	1	1	0	0	0
B,A	86	0	1	0	0	0
B,J	85	1	0	1	2	1
L,H	76	1	1	0	1	0
W,E	47	1	1	0	1	0
A,W	48	1	1	0	1	0
S,A	45	1	1	0	0	0
K,I	70	1	1	0	0	0
D,R	66	1	1	0	1	0
R,M	77	1	0	1	2	1
B,E	37	1	0	1	1	0
S,M	63	1	1	0	1	0
W,P	37	1	1	0	0	0
M,E	79	1	0	1	2	1
K,E	91	1	1	0	0	0
S,J	38	0	1	0	1	0
L,J	72	0	0	1	2	1
P,M	55	1	1	0	0	0
R,M	42	1	0	1	1	0
G,R	82	1	0	1	1	0
J,M	76	1	0	1	2	1
B,S	37	1	1	0	0	0
T,B	84	1	1	0	1	0
S,J	56	0	1	0	1	0
S,M	71	1	1	0	1	0
A,C	43	1	1	0	1	0
Ö,M	30	1	1	0	1	0
S,M	55	1	1	0	1	0
A,A	76	1	0	1	1	0

Name	Erstes Symptom (Keine=0/Dysästhe=1/Schmerze n=2/Parästhesie=3/Schwäche=4 /Schwellung=5)	Zweites Symptom (Keine=0/Dysästhe=1/Schm erzen=2/Parästhesie=3/Sch wäche=4/Schwellung=5)	Hypästhesie (0=nein/ 1=ja)	Hypästhesie 1 bis 3 Finger (0=Nein/ 1=ja)	Hypästhesie 1 bis 4 Finger (0=Nein/ 1=ja)
V,C	1	2	0	0	0
H,E	1	2	1	0	1
G,E	1	2	1	0	1
B,T	1	2	1	0	1
O,E	1	2	1	0	1
N,J	1	2	1	0	1
H,H	1	2	1	0	1
R,J	1	4	1	0	1
M,K	1	2	1	0	1
M,F	1	1	1	1	0
B,E	1	2	1	0	1
D,M	1	2	1	0	1
K,K	2	1	1	0	1
S,B	4	2	1	1	0
K,E	2	3	1	0	1
B,M	5	2	1	1	0
S,R	1	2	1	0	1
H,C	1	2	1	0	1
H,M	4	2	1	0	1
L,T	1	2	1	0	1
H,H	1	2	1	0	1
P,M	2	2	1	1	0
F,A	1	2	1	1	0
E,I	3	1	1	0	1
B,E	3	2	1	0	1
E,J	2	3	1	0	1
R,R	3	2	1	0	1
J,B	1	4	1	1	0
R,H	3	2	1	1	0
L,E	3	2	1	0	1
M,G	3	2	1	1	0
H,A	1	3	1	1	0
B,A	3	2	1	1	0
S,C	3	2	1	1	0
R,F	3	0	1	0	1
B,A	1	2	1	1	0
B,N	3	1	1	1	0
H,R	1	0	1	0	1
G,L	3	2	1	1	0
M,M	3	2	1	0	1
W,M	1	2	1	0	1
K,S	2	0	0	0	0
G,E	1	2	1	1	0
D,H	2	0	0	0	0
H,M	4	2	1	0	1
S,R	3	2	1	0	1
F,K	3	2	1	0	1
B,E	1	2	1	0	1
V,E	1	2	1	1	0
R,G	5	0	1	0	1
L,B	1	2	1	1	0

P,M	1	2	1	1	0
B,B	4	2	1	0	1
F,E	1	2	1	0	1
W,J	1	2	1	0	1
R,H	1	2	0	0	0
J,A	2	3	0	0	0
G,K	1	2	1	0	1
F,M	3	1	1	0	1
B,N	3	0	0	0	0
P,E	3	2	0	0	0
N,M	1	2	1	1	0
F,W	1	0	0	0	0
K,S	1	2	0	0	0
F,F	1	2	1	0	1
W,H	1	2	1	0	1
S,K	3	2	1	0	1
Z,M	1	2	1	0	1
S,K	1	2	1	1	0
R,C	2	1	1	1	0
D,H	4	2	1	1	0
P,R	1	2	1	0	1
B,A	3	2	1	1	0
B,J	1	2	1	0	1
L,H	1	2	1	0	1
W,E	2	1	1	0	1
A,W	3	2	0	0	0
S,A	1	2	1	0	1
K,I	2	1	1	1	0
D,R	3	2	0	0	0
R,M	3	2	1	0	1
B,E	1	2	1	0	1
S,M	1	2	1	0	1
W,P	1	2	1	1	0
M,E	1	2	1	0	1
K,E	1	1	1	0	1
S,J	1	2	1	0	1
L,J	1	2	1	0	1
P,M	2	1	1	1	0
R,M	3	2	1	1	0
G,R	4	2	1	0	1
J,M	1	2	1	0	1
B,S	2	0	0	0	0
T,B	1	2	1	1	0
S,J	5	3	1	1	0
S,M	3	2	0	0	0
A,C	1	2	1	0	1
Ö,M	3	2	0	0	0
S,M	1	2	1	0	1
A,A	1	2	1	0	1

Name	Parese (0=Nein/ 1=ja)	Atrophie (0=Nein/ 1=ja)	Tinel (o=nein/ 1=ja/ 2=bds)	EPhys links (ms)	EPhys rechts (ms)
V,C	0	0	1	4,6	5,2
H,E	1	0	1	4,9	6,7
G,E	1	1	1	11,7	6,2
B,T	0	0	0	4,5	7,3
O,E	0	0	1	5	5,21
N,J	1	0	1	5	4,7
H,H	1	0	1	5,3	4
R,J	1	0	2	8	6,3
M,K	1	1	1	5	8
M,F	0	0	2	5,5	6,6
B,E	0	0	2	4,6	6,6
D,M	0	0	1	5,2	4
K,K	1	1	1	9,5	12,3
S,B	0	1	2	5,5	10,2
K,E	0	0	0	5	3,3
B,M	0	0	0	6,2	5,4
S,R	0	0	0	4,5	5
H,C	1	1	1	4,7	5,8
H,M	1	1	2	7,6	6,6
L,T	0	0	2	4	4,6
H,H	1	0	1	4	3,9
P,M	1	1	1	9,6	4,4
F,A	1	1	1	15	3,6
E,I	1	1	2	7,6	6,6
B,E	0	0	1	3,8	4,9
E,J	0	0	1	5,3	5,4
R,R	0	0	0	5,3	4,9
J,B	1	0	1	5,7	5,7
R,H	1	1	0	15	4,4
L,E	1	0	1	4,5	6,5
M,G	1	0	1	5,2	5,5
H,A	0	0	0	8,4	7,4
B,A	1	0	2	6,1	5
S,C	0	0	1	6	5,3
R,F	1	1	1	7,3	5,1
B,A	0	0	0	4,2	7,4
B,N	0	0	0	4,7	3,6
H,R	0	1	2	6,5	4
G,L	1	1	1	8	4,6
M,M	0	0	2	3,7	4,3
W,M	0	0	0	6	6,2
K,S	0	0	1	4	5,4
G,E	1	0	1	6	4,6
D,H	0	0	1	6,2	9,2
H,M	1	0	1	5,6	4
S,R	0	0	1	4,2	5,7
F,K	1	0	0	4,6	7,8
B,E	0	0	2	5,7	7,3
V,E	1	0	0	3,8	4,5
R,G	0	0	1	4,2	5,2
L,B	0	0	0	4,3	3,1
P,M	0	0	0	5,3	3
B,B	1	0	1	9,3	4,8
F,E	0	0	1	6,4	3
W,J	1	1	1	3,4	9,5
R,H	0	0	1	3,7	5,2

J,A	0	0	0	4,4	4,2
G,K	0	0	1	3,4	6,7
F,M	1	1	1	3,2	4,2
B,N	0	0	0	5	4,9
P,E	0	1	0	4,6	3,8
N,M	0	0	0	10,4	6,5
F,W	0	0	0	4,9	3,3
K,S	0	0	0	4,8	5,4
F,F	0	0	0	5,3	4,2
W,H	1	0	1	9,2	6,7
S,K	1	0	1	4,6	4,9
Z,M	0	0	1	4,1	6,3
S,K	0	0	0	4,2	3,6
R,C	0	0	1	3,5	5,6
D,H	1	1	1	7,12	15
P,R	0	0	1	4,9	3,7
B,A	1	1	1	7,2	5,1
B,J	0	0	1	3,5	4,3
L,H	1	1	1	3,9	3,6
W,E	0	0	0	4,2	4,2
A,W	0	0	0	4	4,5
S,A	0	0	0	4,9	5,5
K,I	1	1	0	5,5	4,2
D,R	0	0	2	3,9	6,3
R,M	1	1	2	5,6	5,9
B,E	0	0	2	15	6
S,M	0	0	1	4,2	6,2
W,P	1	0	1	4,5	5,8
M,E	1	1	0	8,1	7
K,E	1	0	1	7,8	4,1
S,J	1	1	1	3,8	6,7
L,J	0	0	0	3,3	4,3
P,M	0	0	1	7,6	6
R,M	1	1	2	6,6	15
G,R	1	1	2	8,6	15
J,M	1	1	2	12,8	13,8
B,S	0	0	1	5,4	4,8
T,B	1	1	1	4,6	7,9
S,J	0	0	0	5,5	7,5
S,M	0	0	1	5	4,7
A,C	1	1	1	3,7	7,6
Ö,M	1	0	1	4	4,4
S,M	0	0	0	4,2	6,4
A,A	1	1	2	4,7	10,7

Name	MUV (Nein=0/ja=1/ja bds=2)	Symptome nach 1 Woche (Schlechter=-1/ Gleich=0/ Besserung=1/ Beschwerdefreiheit=2)	Symptome nach 3 Monate. (Schlechter=-1 Gleich=0/ Besser ung=1/Beschwerdefreiheit=2)	Wunde
V,C	0	1	2	Reizlos
H,E	0	0	1	Reizlos
G,E	0	1	1	Reizlos
B,T	0	0	1	Reizlos
O,E	0	0	2	Adhärenz
N,J	0	1	2	Reizlos
H,H	0	1	2	Reizlos
R,J	0	2	2	Reizlos
M,K	0	-1	-1	Reizlos
M,F	0	1	2	Reizlos
B,E	0	1	1	Reizlos
D,M	0	-1	1	Schwellung
K,K	0	1	1	Reizlos
S,B	0	0	1	Reizlos
K,E	0	2	2	Reizlos
B,M	0	1	2	Reizlos
S,R	0	1	0	Reizlos
H,C	0	1	2	Reizlos
H,M	0	1	1	Reizlos
L,T	0	2	1	Reizlos
H,H	0	1	1	Reizlos
P,M	0	1	1	Reizlos
F,A	0	1	1	Dehiszenz
E,I	0	1	1	Reizlos
B,E	0	2	2	Reizlos
E,J	0	1	1	Reizlos
R,R	0	0	1	Reizlos
J,B	0	2	2	Reizlos
R,H	0	2	2	Reizlos
L,E	0	0	0	Reizlos
M,G	0	1	2	Reizlos
H,A	0	1	1	Reizlos
B,A	0	1	1	Reizlos
S,C	0	1	1	Reizlos
R,F	0	1	1	Reizlos
B,A	0	2	2	Reizlos
B,N	0	1	2	Reizlos
H,R	0	1	1	Rechts Dehiszenz Links Reizlos
G,L	0	1	1	Reizlos
M,M	0	1	2	Dehiszenz
W,M	0	2	2	Reizlos
K,S	0	1	2	Reizlos
G,E	0	1	1	Reizlos
D,H	0	2	2	Reizlos
H,M	0	1	-1	Reizlos
S,R	0	1	1	Reizlos
F,K	0	1	1	Reizlos
B,E	0	2	2	Reizlos
V,E	0	1	1	Dehiszenz
R,G	0	1	1	Narbe adhärenz
L,B	0	1	-1	Schmerzen
P,M	0	2	2	Reizlos
B,B	0	1	1	Wundhämatom

F,E	0	1	1	Reizlos
W,J	0	1	2	Reizlos
R,H	0	1	2	Reizlos
J,A	0	1	1	Schwellung
G,K	0	1	2	Reizlos
F,M	0	1	1	Reizlos
B,N	0	1	1	Dehiszenz
P,E	0	1	2	Reizlos
N,M	0	0	-1	Reizlos
F,W	0	0	-1	Reizlos
K,S	0	1	1	Reizlos
F,F	0	2	2	Reizlos
W,H	0	1	1	Reizlos
S,K	0	0	0	Reizlos
Z,M	0	1	1	Schwellung
S,K	0	1	2	Reizlos
R,C	0	1	2	Reizlos
D,H	0	1	1	Reizlos
P,R	0	0	-1	Verhärtung
B,A	0	1	2	Reizlos
B,J	0	1	0	Reizlos
L,H	0	1	1	Reizlos
W,E	0	1	2	Reizlos
A,W	0	2	2	Reizlos
S,A	0	1	1	Reizlos
K,I	0	1	1	Reizlos
D,R	0	1	1	Reizlos
R,M	0	1	2	Reizlos
B,E	1	1	2	Dehiszenz
S,M	1	2	2	Reizlos
W,P	1	1	2	Reizlos
M,E	2	2	2	Schwellung
K,E	1	2	2	Reizlos
S,J	1	2	2	Reizlos
L,J	1	2	2	Reizlos
P,M	1	2	2	Reizlos
R,M	1	2	2	Reizlos
G,R	1	0	2	Reizlos
J,M	2	2	2	Links Dehiszenz
B,S	1	0	1	Reizlos
T,B	1	1	2	Wundschwellung
S,J	1	2	2	Dehiszenz
S,M	1	2	2	Reizlos
A,C	1	1	2	Reizlos
Ö,M	1	2	2	Schwellung
S,M	1	2	2	Reizlos
A,A	1	2	2	Reizlos

9. Literaturverzeichnis

Anatomie des Menschen 1984.- Rohen / Yokochi - Schattauer - 2 Bände .

Assmus H, Antoniadis G, Bischoff C, Haussmann P, Martini A, Mascharka Z, Scheglmann K, Schwerdtfeger K, Selbmann H, Towfigh H, Vogt T, Wessels K, Wüstner-Hofmann M. 2007. Diagnosis and therapy of carpal tunnel syndrome--guideline of the German Societies of Handsurgery, Neurosurgery, Neurology, Orthopaedics, Clinical Neurophysiology and Functional Imaging, Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery, and Surgery for Traumatology. *Handchir Mikrochir Plast Chir.*, 39(4):276-88. Review. German.

Backhouse K, Churchill-Davidson D. 1975. Anomalous palmaris longus muscle producing carpal tunnel-like compression. *Hand* 7:22-24.

Bade H, Reuber M, Koebke J. 1994. Topology of the carpal tunnel in dynamic stress of the wrist joint. *Handchir Mikrochir Plast Chir.*, 26(4):175-81. German.

Barton N. 1979. Another cause of median nerve compression by a lumbrical muscle in the carpal tunnel. *J Hand Surg Am.* 4(2):189-90.

Benoit J. 1988. Carpal tunnel syndrome in hemodialysis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.*, 74 Suppl 2:162-6.

Cobb T, Cooney W, An K. 1995. Pressure dynamics of the carpal tunnel and flexor compartment of the forearm. *J Hand Surg Am.*, 20(2):193-8.

Cobb T, An K, Cooney W. 1995. Effect of lumbrical muscle incision within the carpal tunnel on carpal tunnel pressure: a cadaveric study. *J Hand Surg Am.*, 20(2):186-92.

Cobb TK, An KN, Cooney WP. 1995. Externally applied forces to the palm increase carpal tunnel pressure. *J Hand Surg Am.*, 20(2):181-5.

Cobb T, Cooney W, An K. 1996. Aetiology of work-related carpal tunnel syndrome: the role of lumbrical muscles and tool size on carpal tunnel pressures. *Ergonomics*, 39(1):103-7.

Denman E. 1981. The anatomy of the incision for carpal tunnel decompression. *Hand*, 13: 17-28.

Frazer J. 1908. The derivation of the human hypothenar muscles. *J Anat Physiol.*, 42:326–334.

Geoghegan J, Clark D, Bainbridge L, Smith C, Hubbard R. 2004. Risk factors in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br.*;29(4):315-20.

Jackson D, Harkins P. 1972. An aberrant muscle belly of the abductor digiti quinti associated with median nerve paresthesias. *Bull Hosp Joint Dis.*, 33(2):111-5.

Kemble F. 1968. Clinical and electrophysiological improvement from the carpal tunnel syndrome. *Electromyography*, 8: 27.

Kleindienst A, Hamm B, Lanksch WR. 1998. Carpal tunnel syndrome: staging of median nerve compression by MR imaging. *J Magn Reson Imaging*. 8(5):1119-25.

Lanz V, Wachsmuth W. 1959. Praktische Anatomie , Band 1/3 Arm, 2. Aufl.. Springer, BerlinHeidelberg.

Lavey E, Pearl R. 1981. Patent median artery as a cause of carpal tunnel syndrome. *Ann Plast Surg*. 7(3):236-8.

Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. auf unirostock.de, zuletzt aktualisiert von Wirth D, Liphardt M, Sattler J. B. Juli 2010

Lundborg G, Gelberman R, Minteer-Convery M, Lee Y, Hargens A. 1982. Median nerve compression in the carpal tunnel--functional response to experimentally induced controlled pressure. *J Hand Surg Am.*, 7(3):252-9.

Mackinnon S, Dellon A. 1988. Anatomic investigations of nerves at the wrist: I. Orientation of the motor fascicle of the median nerve in the carpal tunnel. *Ann Plast Surg.*, 21(1):32-5.

Mackinnon S, Dellon A. 1988. Evaluation of microsurgical internal neurolysis in a primate median nerve model of chronic nerve compression. *J Hand Surg.*, 13(3):345-51.

Mannerfelt L, Oetker R: 1986. Die chirurgische Bedeutung des Ramus palmaris ni. Mediani. In Buck-Gramcko. D., H. Nigst (Hrsg.): Nervenkompressionssyndrome der oberen Extremität. *Hypoktares*. Stuttgart.

Megele R. 1991. Distal ulnar nerve compression syndrome. Intra-operative pressure measurement and surgical procedure. *Neurochirurgia (Stuttg.)*, 34(1):32-6.

Megele R. 1991. Diagnostische test beim Karpaltunnelsyndrom. *Nervenarzt*, 62: 354-359.

Megele R, de Vries U, Hinderer G. 1991. Intraoperative pressure measurement at the median nerve in carpal tunnel syndrome and its surgical significance. *Handchir Mikrochir Plast Chir.*, 23(6):327-33.

Nora DB, Becker J, Ehlers JA, Gomes I. 2005. What symptoms are truly caused by median nerve compression in carpal tunnel syndrome. *Clin Neurophysiol.*, 116(2):275-83.

Poisel S, Gaber O. 1985. Macroscopic blood supply of the tendons of the superficial and deep flexor muscles of the fingers in the palm. *Handchir Mikrochir Plast Chir.*, 17(6):314-9.

Rosenbaum R, Ochoa J. 2002. Carpal tunnel syndrome and other disorders of the median nerve. 2nd ed. *Butterworth Heinemann*. (Amsterdam).

Schlagenhauff R, Glasauer F. 1971. Pre and postoperative electromyographic evaluations in carpal tunnel syndrome. *J. Neurosurg.*, 35: 314.

Schmidt H, Lanz U. 1985. Glide amplitude of flexor and extensor tendons of the fingers of the human hand . *Handchir Mikrochir Plast Chir.*, 17(6):307-13.

Scholten R, Gerritsen A, Uitdehaag B, van Geldere D, de Vet H, Bouter L. 2004. Surgical treatment options for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.*, 2:1-54

Siegel D, Kuzma G, Eakins D. 1995. Anatomic investigation of the role of the lumbrical muscles in carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.*, 20(5):860-3.

Singer G, Ashworth CR. 2001. Anatomic variations and carpal tunnel syndrome: 10-year clinical experience. *Clin Orthop Relat Res.*, (392):330-40.

Smith R. 1971. Anomalous muscle belly of the flexor digitorum superficialis causing carpal-tunnel syndrome. Report of a case. *J Bone Joint Surg Am.*, 53(6):1215-6.

Still J Jr, Kleinert H. 1973. Anomalous muscles and nerve entrapment in the wrist and hand. *Plast Reconstr Surg.*, 52(4):394-400.

Sunderland S. 1990. The anatomy and physiology of nerve injury. *Muscle Nerve*, 13(9):771-84.

Tanzer R. 1959. The carpal-tunnel-syndrome. A clinical and anatomical study. *J. Bone Jt. Surg.*, 41-A: 626.

Lebenslauf

Name: Marin Laut
Vorname: Francisco Miguel
Geburtsdatum: 15.09.1981
Geburtsort: Linares (Jaen, Spanien)
Familienstand: ledig
Wohnhaft: Gutenbergplatz 4
93047 Regensburg
Staatsangehörigkeit: Spanisch
Sprachen: Deutsch, Englisch

Schulausbildung

1986-1999	Staatliche Grundschule Gonzaga Staatliches Gymnasium Gonzaga	Puerto de Santa Maria Puerto de Santa Maria
-----------	---	--

Hochschulzugangsberechtigung

Juni 1999 Selectividad en rama científica mit Abschluß sehr gut.

Berufsausbildung

1999-2005 Medizinstudium an der Studium Universidad de Pamplona **Pamplona**

Praktika und Kurse

<u>Januar-Mai 2003</u>	Nephrologie; Hospital Virgen del Camino	Pamplona
<u>Sommer 2003</u>	Intensivstation; Hospital universitario	Puerto Real
<u>Oktober 2003</u>	Pathologie; Hospital Virgen del Camino	Pamplona
<u>November 2003-Januar 2004</u>	Allgemeinchirurgie; Clinica de Navarra	Pamplona
<u>Januar-April 2004</u>	Hämatologie; Hospital de Navarra	Pamplona
<u>Oktober 2004-Januar 2005</u>	Kardiologie; Clinica Universitaria	Pamplona
<u>Januar-Mai 2005</u>	Neurochirurgie; Hospital de Navarra	Pamplona
<u>September-Dezember 2005</u>	Neurochirurgie; Neurozentrum	Freiburg

Berufliche Tätigkeit

März 2006-März 2007 Assistenzarzt in der Klinik für Neurochirurgie der Friedrich-Schiller-Universität Jena
Mai 2007-März 2011 Assistenzarzt in der Klinik für Neurochirurgie Klinikum St. Marien Amberg
September 2008 Beginn Promotion: Relevant Anatomical Variations of the Origin of the Thenar
Muscles for the Operation of Carpal Tunnel.
Seit März 2011 Assistenzarzt in der Klinik für Neurochirurgie Krankenhaus Barmherzige Brüder in Regensburg

Anlagen

Publikationen

Publikationen:

2009

Marin-Laut F., Megele R., Engelbrecht V., Kleindienst A. **Diagnosis and Treatment of a Primary Brainstem Mass Lesion due to Erdheim-Chester Disease.**
Poster DGNC Jahrestagung 2009.

2010

F.M. Marin, R. Megele, A. Kleindienst. **Relevant Anatomical Variations of the Origin of the Thenar Muscles for the Operation of Carpal Tunnel.**
Poster DGNC Jahrestagung 2010

Kurse:

2007

Grundkurs im Strahlenschutz

Danksagung:

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn PD Dr. Megele bedanken für die Überlassung des Themas dieser Dissertation, seine Ratschläge, Ideen und vor allem für seine Geduld und Hilfe bei der Fertigstellung dieses Manuskriptes.

Großer Dank geht an Frau PD Dr. Kleindienst, die mir die Methodik der Statistik beibrachte und sehr oft Ratschläge für die Auswertung gab.

Bei Herrn Prof. Dr. Ernst Tammbe bedanke ich mich besonders für die Betreuung an der Universität Regensburg, sowie bei dem Team der Pathologie für ihre Hilfe und Unterstützung bei meiner Forschung.

Weiterhin bedanke ich mich bei Frau Dr. Daniela Grimm und Uli Barcik die mir viele wichtige Ratschläge und Unterstützung bei der Fertigstellung des Manuskripts gaben.

Ganz besonders möchte ich mich bei unseren Sekretärinnen, Frau Schwab und Frau Scherer, bedanken, die immer bereit waren, mir zu helfen.

Bei meinen Kollegen, Herrn Oberarzt Wenzl und Herrn Dirk Purucker bedanke ich mich für die gute Zusammenarbeit auf der C9 im Klinikum St. Marien in Amberg.

Ich bedanke mich bei meinen Eltern Juana Laut Martinez und Francisco Marin Alcala, dass sie mir überhaupt das Studium ermöglicht haben.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden, besonders bei Herrn Stopienski, die immer an meiner Seite standen und mich liebevoll unterstützten.