

Neurochirurgische Klinik und Poliklinik der Technischen Universität München
Klinikum rechts der Isar

(Direktorin: Univ.-Prof. Dr. A.-E. Trappe)

**LANGZEITERGEBNISSE NACH OPERATIVER
DEKOMPRESSION DES SULCUS-ULNARIS-SYNDROMS
– EINE KATAMNESTISCHE STUDIE**

Angela Klapos

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. A.-E. Trappe

2. Univ.-Prof. Dr. St. Frhr. von Gumpfenberg-Pöttmeß-Oberbrennberg

Die Dissertation wurde am 04.06.2002
bei der Technischen Universität München eingereicht und
durch die Fakultät für Medizin am 17.07.2002
angenommen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	4
1.1	Historischer Überblick	4
1.1.1	Sulcus-ulnaris-Syndrom	4
1.1.2	Ursachen	4
1.1.3	Therapie	5
1.1.3.1	Dekompression	5
1.1.3.2	Tiefe Volarverlagerung	5
1.1.3.3	Mikrochirurgische Neurolyse	5
1.2	Aktueller Wissensstand	6
1.2.1	Anatomie des N. ulnaris [25], [32]	6
1.2.2	Symptome	8
1.2.2.1	Paresen	8
1.2.2.2	Sensibilitätsstörungen	10
1.2.2.3	Atrophien	10
1.2.2.4	Schmerzen	10
1.2.3	Diagnostik	11
1.2.3.1	Klinische Untersuchung	11
1.2.3.2	Elektrodiagnostik [25]	15
1.2.3.3	Röntgenuntersuchung	18
1.2.3.4	Differentialdiagnose	18
1.2.4	Ursachen des Sulcus-ulnaris-Syndroms	19
1.2.4.1	Druckläsionen	19
1.2.4.2	Sekundäre Paresen	20
1.2.4.3	Luxation	20
1.2.4.4	Pathologische Veränderungen des Ellenbogens oder des Sulcus	20
1.2.4.5	Abnorme Ellenbogenbeanspruchung	21
1.2.4.6	Iatrogene Läsionen	21
1.2.4.7	Traumatische Läsionen	21
1.2.4.8	Seltene Ursachen	22
1.2.4.9	Konstriktion	22
1.2.4.10	Mikrotraumatisierung	22
1.2.5	Behandlungsmöglichkeiten	23
1.2.5.1	Konservative Therapie	23
1.2.5.2	Operative Therapie	24
1.3	Fragestellung	28

2	Material und Methoden	29
2.1	Patientenkollektiv	29
2.2	Einteilung der Schweregrade nach McGowan [24]	33
2.3	Eigene Einteilung	34
2.4	Fragebogen	34
2.5	Auswertungsmaterial und -methoden	35
3	Ergebnisse	37
3.1	Graphiken und statistische Auswertung	37
3.2	Einzelfallbeschreibungen	73
3.2.1	Fall 1: Hans L., Alter zum Operationszeitpunkt 47 Jahre, Rechtshänder. .	73
3.2.2	Fall 2: Josef P., Alter zum Operationszeitpunkt 53 Jahre, Rechtshänder. .	74
3.2.3	Fall 3: Franz S., Alter zum Operationszeitpunkt 47 Jahre, Rechtshänder .	75
3.2.4	Fall 4: Robert B., Alter zum Operationszeitpunkt 19 Jahre, Rechtshänder	76
4	Diskussion	77
5	Zusammenfassung	82
	Dankvermerk	99

I EINLEITUNG

I.1 HISTORISCHER ÜBERBLICK

I.1.1 SULCUS-ULNARIS-SYNDROM

Die ersten Schilderungen des Krankheitsbildes des Sulcus-ulnaris-Syndroms finden sich Anfang des 19. Jahrhunderts. Die erste ausführliche Beschreibung von Sensibilitätsausfällen im Ulnarisversorgungsgebiet der Hand nach einer Ellenbogenfraktur erfolgte durch Granger im Jahr 1818: "On a particular fracture of the inner condyle of the humerus" [26]. Calder beschrieb 1832 [26] eine posttraumatische Ulnarisparese mit Kontraktur der beiden ulnaren Finger. Parmentier und Duchenne de Bologne berichteten 1855 ausführlich über "das Aussehen und die Entstehungsursachen der Ulnaris-hand" [26]. Die schwierige differentialdiagnostische Abgrenzung zu den radikulären Syndromen C8 und Th1 legte Jobert 1846 [26] in seiner Fallbeschreibung eines Patienten dar, welcher durch einen Sturz sowohl am Kopf als auch am Ellenbogen Verletzungen aufwies. Damit waren schon im 19. Jahrhundert die Symptome des Sulcus-ulnaris-Syndroms weitgehend bekannt.

I.1.2 URSACHEN

Als Ursache des Sulcus-ulnaris-Syndroms wurden anfänglich traumatische Läsionen angenommen. Blattmann [26] erwähnte 1851 die Luxation des N. ulnaris aus dem Sulcus. Druckparesen wurden 1855 von Duchenne de Bologne [26], 1850 von Tailbé [26] und 1908 von Hunt [26] beschrieben. Es folgten Artikel über Spätparesen nach Ellenbogenfraktur von Panas [26] 1878 und von Mouchet [26] 1898. Über nichttraumatisch bedingte Arthrosen des Ellenbogens als Ursache des Sulcus-ulnaris-Syndroms berichteten Panas, Fèvre und Lendet [26]. Direkte traumatische Schädigungen des

N. ulnaris konnten Björkesten [26] im Finnisch-Russischen Krieg und Seletz [26] im Zweiten Weltkrieg beobachten.

I. I. 3 THERAPIE

I. I. 3.1 DEKOMPRESSION

Die erste Durchführung und Beschreibung der Dekompression als Therapie des Sulcus-ulnaris-Syndroms erfolgte 1957 und 1969 durch G.V. Osborne [29], [30]. Von Feindel und Stratford [11] folgten 1958 weitere Beschreibungen.

I. I. 3.2 TIEFE VOLARVERLAGERUNG

Die Erstbeschreibung der anterioren Verlagerung des N. ulnaris in der Literatur stammt von Curtis [20] aus dem Jahr 1898. Die Technik der submuskulären Volarverlagerung wurde 1942 von Learmonth [19] eingeführt.

I. I. 3.3 MIKROCHIRURGISCHE NEUROLYSE

Babcock [3] veröffentlichte 1907 Fallbeschreibungen von Neurolysen zur Behandlung von Lähmungen und Parästhesien peripherer Nerven.

I.2 AKTUELLER WISSENSSTAND

I.2.1 ANATOMIE DES N. ULNARIS [25], [32]

Der N. ulnaris entspringt aus den Wurzeln C8 und Th1 als Ast des Fasziculus medialis, verläuft an der medialen Seite des Oberarms medial der A. brachialis und volar des Caput longum des M. trizeps im Sulcus bicipitalis medialis nach distal. In der Mitte des Oberarms durchbricht er das Septum intermusculare mediale und verläuft unter der Oberarmfaszie, zieht durch den Sulcus nervi ulnaris und gibt direkt danach den ersten Ast zum Ellenbogengelenk ab. Unter dem Sehnenbogen zwischen Olecranon und Epicondylus ulnaris, dem sog. Kubitaltunnel, zieht er zwischen Caput humerale und Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris unter die ulnaren Vorderarmbeuger. Durch stärkere Sehnenfasern entsteht an dieser Stelle gelegentlich ein Lig. epicondyloolecranicum, in seltenen Fällen kommt auch ein M. epicondyloolecranicus vor. Der N. ulnaris tritt wieder auf die Volarseite des Unterarms und von dort durch die Loge de Guyon zur Hand, wo er sich in seine Endäste aufteilt.

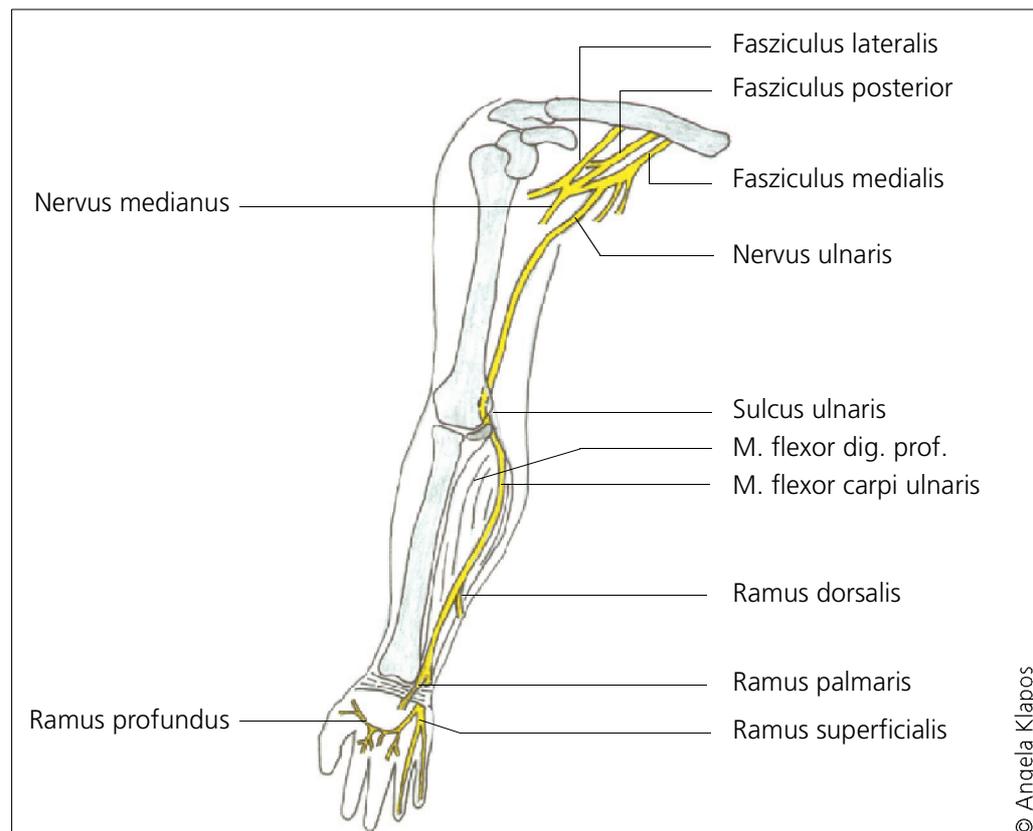


Abbildung 1: Anatomie des N. ulnaris

Der N. ulnaris gibt in seinem Verlauf mehrere sensible und motorische Äste ab:

- R. articularis cubiti: sensible Versorgung des Ellenbogengelenks
- Rr. musculares: M. flexor carpi ulnaris, ulnarer Teil des M. flexor digitorum profundus
- R. dorsalis nervi ulnaris: Nn. digitales dorsales zur sensiblen Innervation der ulnaren 2½ Finger dorsal
- R. palmaris nervi ulnaris: Sensible Innervation der ulnaren Seite der Hohlhand (Kleinfingerballen)

- R. superficialis: Nn. digitales palmares communes zur sensiblen Innervation der ulnaren 1½ Finger palmar und ein motorischer Ast zum M. palmaris brevis
- R. profundus: motorische Innervation der Hypothenarmuskeln (M. abductor dig. V, M. flexor dig. V brevis, M. opponens dig. V), Mm. interossei palmares und dorsales, Mm. lumbricales III und IV, M. adductor pollicis und das Caput profundum des M. flexor pollicis brevis.

Der N. ulnaris wird am Oberarm durch Äste der A. brachialis und der Aa. collaterales ulnares superior und inferior versorgt und am Unterarm durch die A. ulnaris.

I.2.2 SYMPTOME

I.2.2.1 PARESEN

- Parese des M. flexor carpi ulnaris und des M. flexor dig. profundus: Die Sehne des M. flexor carpi ulnaris springt bei der Volarflexion weniger oder nicht vor. Die Beugung des Endgliedes des kleinen Fingers ist nur abgeschwächt oder gar nicht möglich.
- Parese der kleinen Handmuskeln (Mm. interossei und lumbricales): Es kommt zum Bild der sog. Krallenhand oder "griffe cubitale" mit Überstreckung der Langfinger, v. a. der Dig. IV und V, in den Grundgelenken und Flexion in den Interphalangealgelenken und zur Abduktionshaltung des Dig. V, da keine aktive Adduktion bzw. Abduktion mehr möglich ist.



Abbildung 2: Krallenhand

- Parese des M. adductor pollicis: Es tritt eine Hyperextension im Daumen-Grundgelenk und eine Flexion im Interphalangealgelenk auf, das sog. "Signe de Jeanne".
- Parese der Hypothenarmuskulatur: Die Adduktion und Abduktion des kleinen Fingers ist geschwächt oder nicht möglich

I.2.2.2 SENSIBILITÄTSSTÖRUNGEN

Beim Sulcus-ulnaris-Syndrom kommt es zu Hypästhesien am ulnaren Unterarm und Handgelenk, wobei dorsal die Grenzen zwischen dem Innervationsgebiet des N. ulnaris und des N. radialis bzw. N. medianus etwas variieren, so daß das sensible Versorgungsgebiet am Handrücken von 1½ bis 2½ Finger ulnar reichen kann. Das Endglied des Dig. III wird immer vom N. medianus versorgt. Auf der palmaren Seite sind konstant die 1½ ulnaren Finger betroffen.

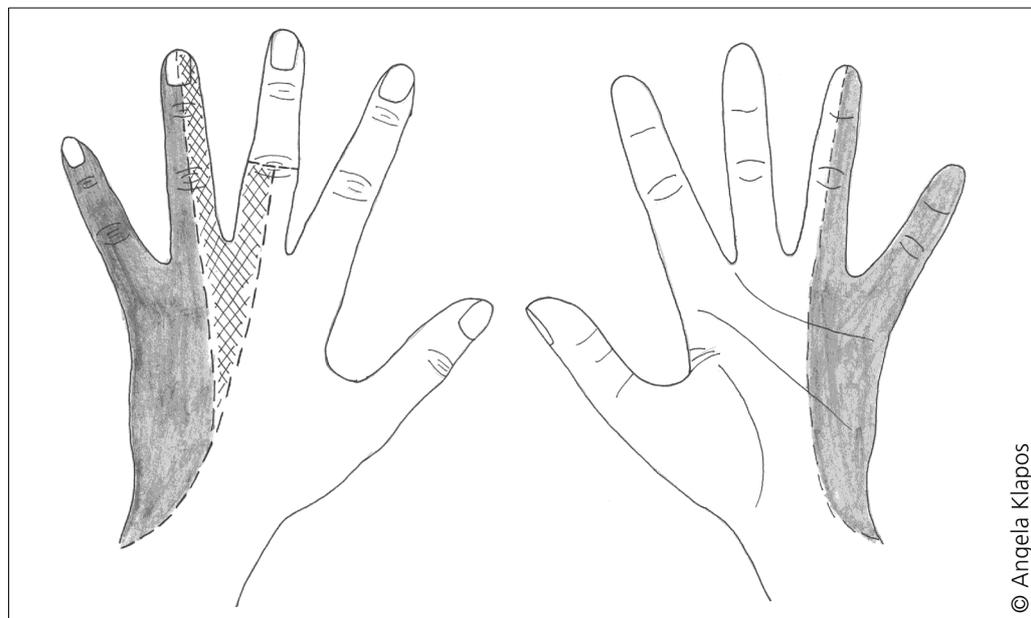


Abbildung 3: Sensibles Versorgungsgebiet dorsal und palmar

I.2.2.3 ATROPHIEN

Von Atrophien sind der Hypothenar und das Spatium interosseum I betroffen.

I.2.2.4 SCHMERZEN

Es treten häufig Schmerzen am Ellenbogen auf, die in den Unterarm und die ulnaren Finger ausstrahlen. Der Sulcus ist oft druckschmerzhaft.

I.2.3 DIAGNOSTIK

I.2.3.1 KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Typische Symptome des Sulcus-ulnaris-Syndroms sind Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet, Atrophie des Hypothenar und des Spatium interosseum I sowie Schmerzen am Ellenbogen, die bis in die ulnaren Finger ausstrahlen können.

Zur klinischen Untersuchung gehören unterschiedliche Tests:

- Ellenbogen-Beuge-Test: der Patient beugt den Arm so weit es geht und hält diese Stellung unter Anspannung ein, drei oder fünf Minuten bei. Dabei kommt es zum Auftreten von Hypästhesien, Parästhesien oder Schmerzen.
- Signe de Jeanne: Hyperextension des Daumens im Grundgelenk.
- Hoffmann-Tinel-Zeichen: Schmerzen beim Beklopfen des Hautareals über dem Sulcus.
- Fromentsches Zeichen (Abbildung 4: "Fromentsches Zeichen"): Das Festhalten eines Blattes zwischen Daumen und Zeigefinger ist auf der betroffenen Seite nur noch mit maximaler Flexion des Daumenendgliedes aufgrund der Parese des M. flexor pollicis brevis und der Innervation des M. flexor pollicis longus durch den N. medianus möglich.

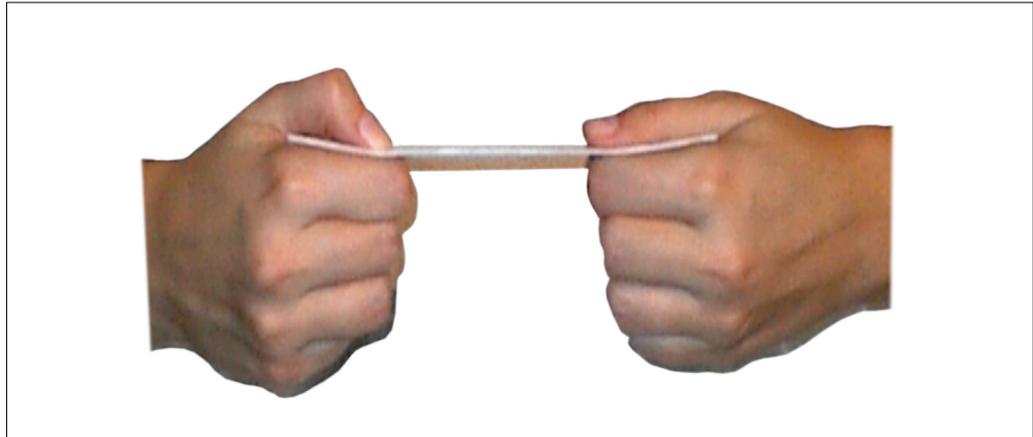


Abbildung 4: Fromentsches Zeichen

- Signe de la chiquenaude (siehe Abbildung 5: "Signe de la chiquenaude"): Die Nasenstüßerbewegung mit dem Zeigefinger gegen die Handfläche des Untersuchers ist nicht mehr oder nur noch abgeschwächt verursacht durch die Parese der Mm. interossei möglich.

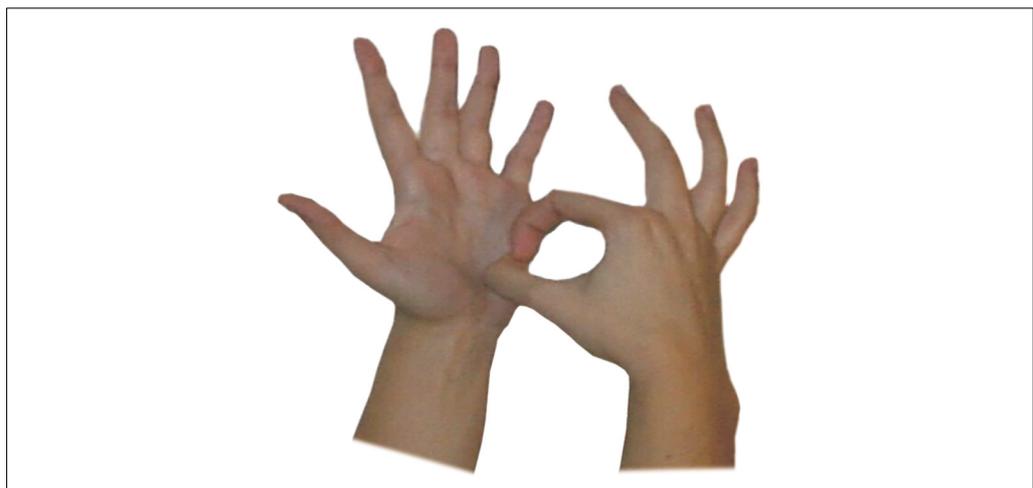


Abbildung 5: Signe de la chiquenaude

- Funktionsprüfung der Mm. interossei durch Spreizen der Finger gegen Widerstand und Untersuchung der Flexion der Langfinger im Grundgelenk (siehe Abbildung 6: "Funktionsprüfung Mm. interossei").



Abbildung 6: Funktionsprüfung Mm. interossei

- Funktionsprüfung des M. flexor carpi ulnaris durch Volarflexion und Ulnarabduktion der Hand gegen Widerstand (siehe Abbildung 7: "Funktionsprüfung M. flexor carpi ulnaris"). Bei gleichzeitigem Tasten seiner Sehne unterhalb des Handgelenks bei vorliegender Parese springt die Sehne des Muskels kaum noch hervor.



Abbildung 7: Funktionsprüfung M. flexor carpi ulnaris

- Beugung der Finger II bis V gegen Widerstand zur Prüfung der Mm. interossei (siehe Abbildung 8: "Funktionsprüfung Mm. interossei")



Abbildung 8: Funktionsprüfung Mm. interossei

- Funktionsprüfung des M. flexor dig. prof. durch Prüfung der aktiven Beugung des kleinen Fingers im Endgelenk (siehe Abbildung 9: "Funktionsprüfung M. flexor dig. profundus").



Abbildung 9: Funktionsprüfung M. flexor dig. profundus

1.2.3.2 ELEKTRODIAGNOSTIK [25]

Die Aufgaben der Elektrodiagnostik sind die Differenzierung zwischen peripheren und zentralen Läsionen, die Bestimmung der von der Nervenläsion betroffenen Muskeln und des Ausmaßes der Schädigung sowie die Abgrenzung zu anderen Nervenaffektionen wie Neurapraxie, Myasthenia gravis und myasthenischen Syndromen.

Es gibt folgende Normalbefunde im Elektromyogramm:

- Beim Einstechen oder Verschieben der Nadelelektrode entsteht eine sog. Einstichaktivität für den Bruchteil einer Sekunde mit einer Frequenz bis zu 200/s.
- Spontanaktivität findet sich im entspannten Muskel in Form von Endplattenpotentialen, unregelmäßigen benignen Fibrillationen und benignen Faszikulationen.
- Willküraktivität entsteht bei leichter bis maximaler Anspannung des Muskels, bei maximaler Willkürinnervation kommt es zu einer Interferenzkurve, bei schwacher Willkürinnervation lassen sich einzelne Mus-

kelaktionspotentiale ableiten, die eine quantitative Analyse von Form, Dauer und Amplitude erlauben.

- Die motorische Erregungsleitung wird von verschiedenen Faktoren wie Alter (mit zunehmendem Alter wird nimmt die Leitungsgeschwindigkeit ab) und Temperatur ("die Leitungsgeschwindigkeit nimmt pro Grad Temperaturabnahme um 1,2 – 2,4 m/s ab"¹ und die Hauttemperatur soll nicht unter 34 °C liegen) beeinflusst. Eine wichtige Größe stellt auch die distale Latenzzeit als Maß für die distale Leitung im Nerven dar.
- Die sensible Leitungsgeschwindigkeit wird anhand von Nervenaktionspotentialen bestimmt, die mit Hilfe von Oberflächen Elektroden abgeleitet werden.
- Normalwerte der maximalen motorischen Leitungsgeschwindigkeit:²

Nerv	Leitungs- geschwindigkeit (m/s)	SD (m/s)	Hauttemperatur	Autor
N. ulnaris				
Oberarm-prox. Sulcus n. ulnaris	64,39 – 0,1 × Alter	7,66	mind. 33 °C	Ludin
Prox. Sulcus-dist. Sulcus	55,63 – 0,03 × Alter	7,54		
Dist. Sulcus- Handgelenk	61,78 – 0,06 × Alter	7,58		

Tabelle 1: Normalwerte der maximalen motorischen Leitungsgeschwindigkeit

1. Mumenthaler M, Schlaack H: Läsionen peripherer Nerven. 6. Auflage. Thieme Stuttgart 1993: Seite 82
2. Mumenthaler M, Schlaack H: Läsionen peripherer Nerven. 6. Auflage. Thieme Stuttgart 1993: Seiten 80, 81

- Normalwerte der maximalen sensiblen Leitungsgeschwindigkeit (orthodrom):¹

Nerv	Leitungs- geschwindigkeit (m/s)	SD (m/s)	Hauttemperatur	Autor
N. ulnaris				
Finger V-Hand- gelenk	49,27 – 0,01 × Alter	4,15	mind. 33 °C	Ludin
Handgelenk- dist. Sulcus	68,69 – 0,13 × Alter	5,02		
Dist. Sulcus- prox. Sulcus	58,12 – 0,08 × Alter	6,17		

Tabelle 2: Normalwerte der maximalen sensiblen Leitungsgeschwindigkeit (orthodrom)

- Normalwerte der motorischen Latenzzeiten:¹

Nerv	Leitungs- geschwindigkeit (m/s)	SD (m/s)	Distanz	Hauttem- peratur	Autor
N. ulnaris					
M. abductor digiti minimi	2,12 + 0,01 × Alter	0,34	korr. auf 7 cm	mind. 33 °C	Ludin

Tabelle 3: Normalwerte der motorischen Latenzzeiten

Relevante pathologische Befunde beim Sulcus-ulnaris-Syndrom:

- Fibrillationspotentiale und positive scharfe Wellen finden sich als Zeichen eines Denervierungsprozesses und sind stärker ausgeprägt in atrophischen Muskeln. Sie treten zwei bis drei Wochen nach einer Nervenverletzung auf, können noch Jahre danach registriert werden und sind deshalb kein Zeichen von Progredienz oder Aktivität des Prozesses. Faszi-

1. Mumenthaler M, Schlaack H: Läsionen peripherer Nerven. 6. Auflage. Thieme Stuttgart 1993: Seiten 80, 81

kulationen treten besonders nach der Durchtrennung peripherer Nerven auf.

- Bei maximaler Willkürinnervation findet sich eine sog. Übergangskurve, ein gemischtes Muster oder unvollständiges Interferenzbild, bei totaler Denervierung ein vollständiges Fehlen motorischer Einheiten. Polyphasische Potentiale treten häufiger auf (normal sind $\leq 3\%$ der abgeleiteten Potentiale), die mittlere Potentialdauer nimmt mit der Schwere der Atrophie zu und die mittlere Amplitude ist je nach Ursache normal oder erniedrigt. Erniedrigte Amplituden finden sich bei frischen (≤ 3 Monate) traumatischen Läsionen, normale Amplituden bei älteren traumatischen und nichttraumatischen Schädigungen.

I.2.3.3 RÖNTGENUNTERSUCHUNG

Eine zusätzliche Röntgenuntersuchung kann eine alte Fraktur oder arthrotische Veränderungen am Ellenbogengelenk bestätigen. Weniger ausgeprägte Veränderungen im Sulcusbereich lassen sich durch eine tangentielle Aufnahme nachweisen. Veränderungen wie Ganglien, Verwachsungen und Hämatome sind meist röntgenologisch nicht nachweisbar.

I.2.3.4 DIFFERENTIALDIAGNOSE

Radikuläre Syndrome C8 und Th1 bzw. untere Armplexuslähmung: Dabei findet sich jedoch oft eine Schwäche des Daumens und der Langfinger.

Vorderhornprozesse wie Aran-Duchenne-Muskelatrophie oder amyotrophische Lateralsklerose: Atrophien i. d. R. an den kleinen Handmuskeln, beidseitig, es finden sich keine Sensibilitätsstörungen, aber meist Zeichen für Systembeteiligung.

Intramedulläre Prozesse, Tumoren oder Syringomyelie: Es kommt zu Atrophien und Sensibilitätsstörungen, Unterscheidung anhand der Verteilun-

gen, dissoziierter Sensibilitätsstörungen und ggf. Zeichen der langen Bahnen.

Zerebrale Prozesse: Keine Atrophien, unscharf begrenzte Sensibilitätsstörungen und gesteigerte Reflexe.

1.2.4 URSACHEN DES SULCUS-ULNARIS-SYNDROMS

Die Hauptlokalisationen der Nervenkompression beim Sulcus-ulnaris-Syndrom am Ellenbogen sind laut Amadio [2] die Struthers-Arkade (ein aponeurotisches Band, das vom Caput mediale des Triceps zum Septum intermusculare mediale zieht und sich etwa 8 cm proximal vom Epicondylus medialis befindet), das Septum intermusculare mediale, der Epicondylus medialis, der Kubitaltunnel und die tiefe Aponeurose des M. flexor carpi ulnaris.

1.2.4.1 DRUCKLÄSIONEN

Druckläsionen sind die häufigste Ursache des Sulcus-ulnaris-Syndroms.

- Falsche Lagerung in Narkose (richtig: abduzierter, gestreckter Arm mit Supination des Vorarms), beidseitige Läsionen bei Operationen in Knie- Ellenbogen-Lage (sog. "Häschenstellung") und Bauchlage möglich durch direkte Kompression des Nerven oder durch längere Flexionsstellung des Ellenbogens. Dem kann vorgebeugt werden, indem während der Operation Ellenbogenschützer angelegt werden, eine längere Beugung vermieden, die Blutdruckmanschette nicht zu streng angelegt und die Unterlage weich gepolstert wird. Bei Alvine [1] tritt in 0,26 % der Fälle postoperativ ein Sulcus-ulnaris-Syndrom auf. Er schließt jedoch eine bereits präoperativ vorhandene subklinische Schädigung des Nerven nicht aus.
- Häufiges und länger andauerndes Aufstützen des Ellenbogens auf harte Unterlagen

- Bettlägerigkeit
- Syringomyelie: Durch Arthropathie des Ellenbogens und mechanische Neuropathie durch unkontrollierte mechanische Belastung des Nerven aufgrund des Ausfalls von Schmerzrezeptoren.

I.2.4.2 SEKUNDÄRE PARESEN

Als sekundäre Paresen bezeichnet man das Auftreten von Symptomen Wochen bis Monate nach einer Fraktur. Sie entstehen aufgrund einer Kompression des N. ulnaris durch Narbengewebe oder Kallus im Frakturbereich.

I.2.4.3 LUXATION

Durch Luxation des Nerven aus dem Sulcus kommt es durch die ständige mechanische Beanspruchung und die dadurch noch exponiertere Lage des Nerven zum Sulcus-ulnaris-Syndrom.

I.2.4.4 PATHOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN DES ELLENBOGENS ODER DES SULCUS

- Alte Frakturen
- Arthrose
- Chondromatose
- Persistierender M. condyloolecranicus
- Hypoplasie der Trochlea
- Ganglion
- Verwachsungen aufgrund perineuraler Hämatome, alter Weichteilwunden oder infektiöser Prozesse der Umgebung

I.2.4.5 ABNORME ELLENBOGENBEANSPRUCHUNG

Durch gehäufte Beuge- und Streckbewegung wird der Nerv stark beansprucht, z. B. bei Fabrikarbeiten am Hebel einer Bohr- oder Stanzmaschine. Der intraneurale Druck des N. ulnaris im Sulcus beträgt in Streckstellung 7 mmHg, in 90° Beugstellung 11 – 14 mmHg und in maximaler Beugstellung bei gleichzeitig erhobenem Arm mit extendiertem Handgelenk 46 mmHg. Diese Druckerhöhung kommt dadurch zustande, daß bei der Beugung des Ellenbogens das Lig. collaterale ulnare über dem N. ulnaris gespannt wird und gleichzeitig der mediale Trizepskopf in den Sulcus hineingezogen wird. Beim Kubitaltunnelsyndrom wurden intraoperativ bis zu 200 mmHg in Beugstellung gemessen [25].

I.2.4.6 IATROGENE LÄSIONEN

Eine direkte Verletzung des N. ulnaris intraoperativ tritt besonders im Rahmen der Frakturversorgung am supra-, dia- und transcondylären Humerus, bei Abrißfrakturen des Epicondylus medialis, gelenknahen Trümmerbrüchen, Ellenbogen-, Radiusköpfchen- und Monteggiafrakturen bei der Reposition und Osteosynthese auf. Bei Anzeichen von Ulnarislähmungssymptomen sollte sofort eine Revision vorgenommen werden. Seltenerer iatrogene Ulnarislähmungen kommen nach der Versorgung von Unterarm- und Handgelenksfrakturen sowie nach der Entfernung axillärer Lymphknoten vor.

I.2.4.7 TRAUMATISCHE LÄSIONEN

Traumatische Läsionen des N. ulnaris sind selten. Häufiger sind andere periphere Nerven wie der N. radialis betroffen.

- Direktes stumpfes Trauma
- Schnittverletzungen

- Schußverletzungen
- Frakturen des Condylus medialis und der Trochlea, seltener supracondyläre Frakturen (unmittelbar nach der Fraktur auftretende Ulnarislähmungen haben eine gute Prognose)

1.2.4.8 SELTENE URSACHEN

- Lepra
- Nervenischämie (Gefäßerkrankungen oder embolische Gefäßverschlüsse bei bakterieller Endokarditis)
- Röntgenbestrahlung der Sulcusregion
- Neuroborreliose
- Operationen (Abknickung oder Ischämie des N. ulnaris nach Volarverlagerung)
- Gipsdruckschäden

1.2.4.9 KONSTRIKTION

Durch die Konstriktion des N. ulnaris durch den Sehnenbogen zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris entsteht das Kubitaltunnelsyndrom.

1.2.4.10 MIKROTRAUMATISIERUNG

Ein weiterer Auslöser für das Sulcus-ulnaris-Syndrom ist eine wiederholte Mikrotraumatisierung des Nerven im Bereich des Sulcus.

I.2.5 BEHANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

I.2.5.1 KONSERVATIVE THERAPIE

Die Möglichkeit einer konservativen Therapie besteht, wenn eine operative Therapie nicht durchgeführt werden kann, die Notwendigkeit dazu nicht gegeben ist oder nach dem operativen Eingriff.

Die Zielsetzungen sind:

- Vermeidung von Sekundärschäden wie Kontrakturen, Gelenkversteifung oder trophische Ulcera
- Verhütung oder Hinauszögern von Atrophien
- Unterstützung der Regeneration
- Funktionserhaltung oder zumindest Funktionsverbesserung der betroffenen Extremität durch Training der intakten Muskulatur

Es gibt folgende Möglichkeiten der konservativen Therapie:

- Elektrotherapie

Eine Indikation zur Elektrotherapie besteht nur, wenn eine Chance zur Reinnervation existiert. Die Therapie sollte sofort nach der Läsion beginnen und bis zum Einsetzen der Reinnervation täglich bis dreimal wöchentlich angewendet werden. Während der Reinnervationsphase ist eine Elektrostimulation nicht sinnvoll, da hier keine positiven Auswirkungen nachgewiesen werden konnten. Die Reizelektroden werden bipolar längs am Muskels angeordnet sowie eine an dessen Ursprung und am Ansatz. Optimal ist eine 10 – 15-malige Reizung für mindestens 100 ms. Die Reinnervation wird durch die Elektrotherapie zwar nicht beschleunigt, die Atrophie jedoch quantitativ reduziert.

- Krankengymnastik
Es werden Bewegungsübungen zur Verhinderung von Kontrakturen und Gelenkversteifungen durchgeführt. Die nicht betroffenen Muskeln werden trainiert, um die Funktion der Extremität zu verbessern.
- Schienen
Zur Verhinderung von exogener Druckeinwirkung sowie zur Vermeidung der Armbeugung wird in der Nacht eine Schiene oder ein Ellenbogenschutz angelegt.

1.2.5.2 OPERATIVE THERAPIE

Die operative Therapie ist heute das Mittel der Wahl bei manifestem Sulcus-ulnaris-Syndrom. Es werden in erster Linie Dekompressionen und tiefe Volarverlagerungen durchgeführt. In dieser Arbeit sollen auch die restlichen Operationsmethoden wie subkutane und intramuskuläre Volarverlagerung und die mediale Epicondylektomie vorgestellt werden.

- Mikrochirurgische Dekompression [29]
Nach einem bogenförmigen Hautschnitt über dem Epicondylus medialis wird der N. ulnaris im Sulcus n. ulnaris freipräpariert und dargestellt, Verwachsungen werden entfernt. Es folgt eine sorgfältige Neurolyse nach distal und eine Spaltung der Flexorenmuskelfaszie, die den N. ulnaris einschnürt. Häufig findet sich eine spindelige Auftreibung des N. ulnaris im Sulcus proximal der Einengung, das sog. Pseudoneurom, welches durch die Vermehrung des endoneuralen Bindegewebes entsteht. Es darf keinesfalls reseziert werden. Eine einfache Eröffnung des Epineuriums reicht aus.
- Submuskuläre Volarverlagerung des N. ulnaris nach Learmonth [19], [20]
Der Hautschnitt sollte 1,5 cm posterior des Epicondylus medialis bogenförmig angesetzt werden. Der N. cutaneus antebrachii wird aufgesucht,

um eine Verletzung zu vermeiden, da sein Verlauf erheblich variiert. Der N. ulnaris wird im Sulcus n. ulnaris, proximal und distal davon dargestellt. Das Septum intermusculare mediale wird 5 – 8 cm proximal des Ansatzes am Epicondylus medialis gespalten, um ein neues Bett für den N. ulnaris zu schaffen, so daß er weder vom Epicondylus medialis noch von der Struthers-Arkade komprimiert werden kann. Anschließend wird die Beugemuskulatur vom Epicondylus medialis abgelöst und der N. ulnaris aus dem Sulcus n. ulnaris heraus unter die Beugemuskulatur nach volar verlagert. Weil er meistens zu kurz ist, kann der R. articularis cubiti geopfert werden, da das Gelenk ausreichend vom N. medianus versorgt wird. Im Anschluß daran wird die Beugemuskel-faszie am Epicondylus medialis wieder vernäht und die Beweglichkeit des Nerven in seinem neuen Bett geprüft.

- Subkutane Volarverlagerung des N. ulnaris [31]

Es erfolgt ein ca. 10 cm langer Hautschnitt über dem Epicondylus medialis. Der N. ulnaris wird dargestellt und freipräpariert. Das Septum intermusculare mediale wird gespalten und der N. ulnaris nach volar auf die Faszie verlagert. Zur Fixierung des N. ulnaris in seinem neuen Bett wird das Epineurium mit Einzelknopfnähten an die Faszie geknüpft.

- Intramuskuläre Volarverlagerung des N. ulnaris [14]

Etwa 1,5 cm posterior des Epicondylus wird ein 15 cm langer Hautschnitt durchgeführt. Der N. cutaneus antebrachii medialis wird aufgesucht, um eine Verletzung zu vermeiden. Anschließend wird der N. ulnaris dargestellt und die oberflächliche sowie die tiefe Faszie des M. flexor carpi ulnaris gespalten. Der N. ulnaris wird proximal und distal vorsichtig vom umgebenden Gewebe abgelöst. Um den Nerven genügend mobilisieren zu können, müssen üblicherweise die motorischen Nervenäste zum M. flexor carpi ulnaris geopfert werden. Das Septum

intermusculare mediale wird ebenfalls reseziert, um ein Abknicken des Nerven nach der Verlagerung zu verhindern. Der Nerv wird nach volar verlagert und die Faszie und der darunter liegende Muskel etwa 1 – 2 cm tief entlang des Nervenverlaufs eingeschnitten. Abschließend wird der Nerv in sein neues Bett gelegt und die Faszie wird wieder vernäht. Es muß darauf geachtet werden, daß der Nerv in dem Tunnel gut beweglich ist.

- Mediale Epicondylektomie [9/13]

Ein 12 – 15 cm langer Hautschnitt wird über dem Epicondylus medialis durchgeführt. Der N. ulnaris wird dargestellt und freipräpariert, so daß er sich vom Epicondylus medialis entfernen läßt. Das Septum zwischen den Flexorenköpfen wird gespalten und der Ansatz der Beugemuskulatur sowie das restliche Gewebe vom Epicondylus medialis entfernt. Der Epicondylus wird mit einem Osteotom abgetragen. Die Kanten werden abgeschliffen, die Schnittfläche mit Knochenwachs versiegelt und der Beugemuskelansatz wird zurückverlagert.

Chan et al. [10] beobachteten 1980 bei einem Vergleich von Dekompression und tiefer Ulnarverlagerung eine Verbesserung oder Beschwerdefreiheit in 82 % der Fälle sowie einen höheren Anteil von Beschwerdefreiheit durch Dekompression, während sich bei der Volarverlagerung eher die Schmerzsymptomatik zu verbessern scheint. Insgesamt wird die Dekompression bevorzugt, da es sich um die unkompliziertere Operation handelt, die mit weniger Komplikationen einhergeht und die Blutversorgung des Nerven nicht beeinträchtigt, so daß eine größere Chance für die vollkommene Erholung der Handfunktion besteht. Außerdem können die normalen anatomischen Verhältnisse am Ellenbogen können beibehalten werden.

1996 kamen Bimmler et al. [6] zu dem Schluß, daß bei Patienten mit Subluxation die tiefe Volarverlagerung bessere Ergebnisse bringt, ansonsten aber die Dekompression die Operation der Wahl sein sollte.

Anhand einer Literaturanalyse stellten Bartels et al. [5] 1998 fest, daß Patienten unabhängig vom präoperativen Status mit Dekompression die besseren, Patienten mit Volarverlagerung die schlechteren Ergebnisse aufwiesen. Unter Berücksichtigung des präoperativen Status gab es bei McGowan Grad I und II postoperativ keine Unterschiede im Outcome, bei McGowan Grad III zeigten sich bei anteriorer intramuskulärer Verlagerung bessere Ergebnisse als bei der Dekompression, die wiederum der tiefen Volarverlagerung überlegen war. Da nur geringe Patientenzahlen mit anteriorer tiefmuskulärer Verlagerung vorlagen, war das Ergebnis nicht aussagekräftig. Insgesamt wurden bei der tiefmuskulären anterioren Verlagerung mehr Komplikationen festgestellt. Als Hauptursache für das Versagen der Dekompression wurde in erster Linie die Subluxation angesehen, die in 2,4 – 17 % der Fälle bestand.

1.3 FRAGESTELLUNG

Ziel dieser Arbeit ist es, die Langzeitergebnisse nach operativer Dekompression beim Sulcus-ulnaris-Syndrom darzustellen. In dieser Studie wurden postoperative klinische Befunde mit Hilfe eines telefonisch zu beantwortenden Fragebogens erhoben und mit den präoperativen Befunden aus den Krankenakten verglichen. Weiter wurde der Einfluß verschiedener Faktoren wie Alter oder Beschwerdedauer auf das Operationsergebnis untersucht.

"Das Sulcus-ulnaris-Syndrom ist die zweithäufigste Kompressionsneuropathie der oberen Extremität"¹ nach dem Karpaltunnel-Syndrom "aufgrund seines oberflächlichen Verlaufs und seiner Anatomie". Das häufige Auftreten und die nicht ganz einfache Entscheidung über die beste Behandlung machen deutlich, wie wichtig es ist, die Ergebnisse der operativen Verfahren zu überprüfen, um sicher sein zu können, daß die für den individuellen Fall geeignetste Methode gewählt wird. In der Einleitung wurden bereits ausführlich die Anatomie, die Entstehungsursachen, die Symptome und die Behandlungsmethoden erläutert.

Die operative Methode der mikrochirurgischen Dekompression löste in der neurochirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums rechts der Isar 1983 die vorher üblichen tiefen Volarverlagerungen ab. Ursprünglich war ein Vergleich der Langzeitergebnisse nach tiefer Volarverlagerung und Dekompression geplant. Aufgrund des langen Zeitabschnittes, in dem keine tiefen Volarverlagerungen mehr durchgeführt wurden, konnten insgesamt nur vier Patienten ausfindig gemacht werden, bei denen eine tiefe Volarverlagerung durchgeführt worden war. Mit dieser geringen Anzahl war kein statistisch auswertbarer Vergleich mehr möglich. Die vier Fälle sollen jedoch als Einzelfallbeschreibungen aufgeführt werden.

1. Norkus SA, Meyers MC: Ulnar Neuropathy of the Elbow. Sports Med 17(3): 189 – 199, 1994: Seite 189

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 PATIENTENKOLLEKTIV

Es wurden diejenigen Patienten mit klinisch und/oder elektrophysiologisch gesichertem Sulcus-ulnaris-Syndrom in die Studie aufgenommen, bei denen zwischen 1979 und 1998 in der neurochirurgischen Abteilung der chirurgischen Klinik und Poliklinik des Klinikums rechts der Isar (ab 1995 Neurochirurgische Klinik und Poliklinik) eine tiefe Volarverlagerung oder eine Dekompression vorgenommen wurde. Patienten, die vor 1920 geboren waren, wurden aus der Studie ausgeschlossen. Grund dieses Ausschlusses waren erhebliche Schwierigkeiten dieser Patientengruppe, mit einer telefonischen Befragung umzugehen.

In den Operationsbüchern von 1979 – 1998 waren 120 Operationen an 116 Patienten verzeichnet. Von diesen 116 Patienten fanden sich im Krankenblattarchiv nach intensiver Recherche 96 Akten, vier dieser Patienten waren an beiden Armen operiert worden. Durchgeführt wurden schließlich 36 Interviews, wobei drei Patienten doppelt befragt wurden, da sie beidseitig operiert waren. Dies entspricht einer Erfolgsquote von 30 %. Von diesen 36 Operationen waren vier tiefe Volarverlagerungen und 32 Dekompressionen. Die niedrige Erfolgsquote ist dadurch zu erklären, daß von den insgesamt 37 durchgeführten Volarverlagerungen nur 10,8 % der Patienten befragt werden konnten. Bei 83 Dekompressionen waren es immerhin noch 38,6 % der Betroffenen. Die Ursache hierfür ist, daß die Operationen, besonders aber die tiefen Volarverlagerungen schon längere Zeit zurück liegen, denn von den erst vor wenigen Jahren operierten Patienten konnten mehr ausfindig gemacht werden, wie Tabelle 4: "Erfolg der Interviewaktion" zeigt.

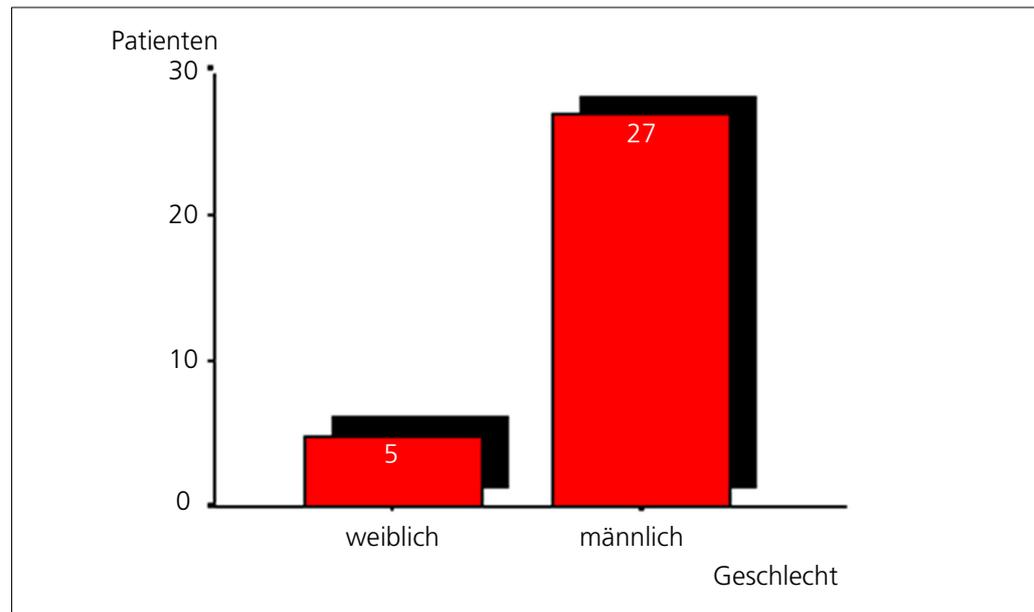


Abbildung 10: Geschlechtsverteilung

Wie Abbildung 10: "Geschlechtsverteilung" zeigt, waren von den insgesamt 32 Patienten bei denen eine mikrochirurgische Dekompression durchgeführt worden war nur fünf weiblich, was einem Prozentsatz von 15,6 % entspricht.

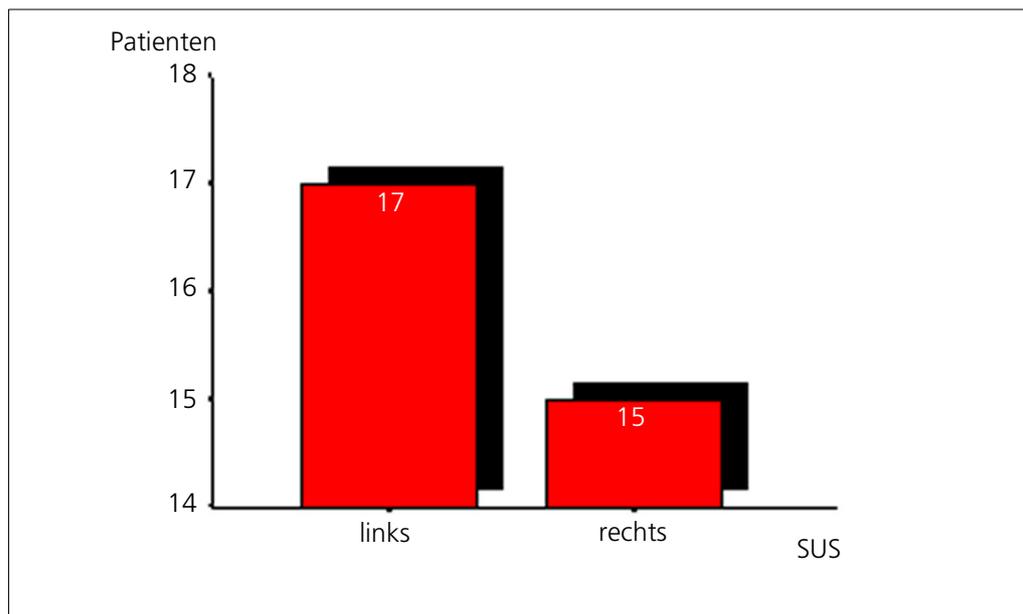


Abbildung 11: Erkrankter Arm

Aus Abbildung 11: "Erkrankter Arm" geht hervor, daß der erkrankte Arm in 15 Fällen (46,9 %) der linke und in 17 Fällen (53,1 %) der rechte Arm war.

Jahr	Operationen	Gefundene Akten	Erreichte Patienten	% Erfolgsquote der Interviewaktion
1979	5 Volarverlagerungen	5	0	0
1980	9 Volarverlagerungen 1 Dekompression	8	3	30 %
1981	10 Volarverlagerungen 1 Dekompression	10	1	10 %
1982	9 Volarverlagerungen	7	1	11,1%
1983	3 Volarverlagerungen 5 Dekompressionen	7	1	12,5%
1984	1 Volarverlagerung 8 Dekompressionen	8	1	11,1%
1985	8 Dekompressionen	5	1	12,5%

Tabelle 4: Erfolg der Interviewaktion

Jahr	Operationen	Gefundene Akten	Erreichte Patienten	% Erfolgsquote der Interviewaktion
1986	4 Dekompressionen	3	2	50%
1987	8 Dekompressionen	7	4	50%
1989	12 Dekompressionen	11	4	33,3%
1990	6 Dekompressionen	5	4	66,6%
1991	5 Dekompressionen	3	3	60%
1992	8 Dekompressionen	6	3	37,5%
1993	3 Dekompressionen	3	2	66,6%
1994	3 Dekompressionen	3	1	33,3%
1995	2 Dekompressionen	2	1	50%
1996	3 Dekompressionen	3	2	66,6%
1997	5 Dekompressionen	4	2	40%
1998	1 Dekompression	0	0	0

Tabelle 4: Erfolg der Interviewaktion

- 63 Patienten konnten nicht erreicht werden, weil die Angaben in den Akten unvollständig waren oder die aktuellen Adressen und Telefonnummern nicht ermittelt werden konnten.
- Neun Patienten waren zum Zeitpunkt der Befragung schon verstorben.
- Neun Patienten waren vor 1920 geboren.
- Zwei Patienten lehnten das Interview ab.
- Zur statistischen Auswertung der Ergebnisse wurden nur die Dekompressionen verwendet, da die geringe Zahl der Volarverlagerung keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern kann. Trotzdem sollen die Volarverlagerungen als Einzelfalldarstellungen aufgeführt werden.

2.2 EINTEILUNG DER SCHWEREGRAD NACH MCGOWAN [24]

Um die Langzeitergebnisse nach Dekompression beim Sulcus ulnaris-Syndrom graphisch darstellen und statistisch auswerten zu können, wurde der Schweregrad der Symptome präoperativ und zum Zeitpunkt der Befragung in Gradzahlen nach McGowan eingeteilt.

Grad 1	Minimale Läsionen Sensibilitätsstörungen der ulnarisversorgten Hautregionen, keine Schwäche oder Atrophie der ulnarisversorgten Handmuskulatur
Grad 2	Mittelschwere Läsionen Stärker ausgeprägte Sensibilitätsstörungen der ulnarisversorgten Hautregionen, Schwäche und Atrophie der Mm. interossei und, geringer ausgeprägt, des Hypothenar und der proximalen Muskeln
Grad 3	Schwere Läsionen Stark ausgeprägte Sensibilitätsstörungen der ulnarisversorgten Hautregionen, Lähmung und ausgeprägte Atrophie der Mm. interossei und des Hypothenar

Tabelle 5: Gradzahlen nach McGowan

Der Vorteil der McGowan Einteilung liegt darin, daß sie einfach und knapp ist und eine klinische Untersuchung ausreicht.

Die Nachteile überwiegen jedoch. Die Grenzen zwischen den Schweregraden sind sehr unscharf, so daß oft Patienten von den Symptomen nicht eindeutig einem Grad zuzuordnen sind.

Die einzelnen Gruppen umfassen eine zu große Bandbreite von Symptomen. Dadurch kann es dazu kommen, daß Patienten postoperativ zwar subjektiv eine Verbesserung der Beschwerden angeben, die Einteilung des Schweregrades jedoch dieselbe bleibt.

Schließlich wurden die elektrophysiologischen Befunde, die heute zur Routinediagnostik bei der Diagnose des Sulcus-ulnaris-Syndroms gehören, in dieser Einteilung nicht berücksichtigt.

2.3 EIGENE EINTEILUNG

Aus den im vorherigen Abschnitt erwähnten Gründen wurde zusätzlich zur McGowan-Einteilung eine eigene Einteilung vorgenommen. Diese umfaßt fünf Schweregrade und berücksichtigt zusätzlich die elektrophysiologischen Befunde.

Grad 1	Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet und Schmerzen (fakultativ). Kraftgrad normal (5/5). NLG normal bis leicht erniedrigt, keine pathologische Spontanaktivität.
Grad 2	Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet und leichte Paresen der ulnarisversorgten Muskulatur (Kraftgrad 4/5) und Schmerzen (fakultativ). NLG leicht erniedrigt, leichte pathologische Spontanaktivität, Willküraktivität und polyphasische Potentiale.
Grad 3	Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet, leichte Paresen der ulnarisversorgten Muskulatur (Kraftgrad 3/5 – 4/5), Atrophie der Interosärmuskulatur oder Hypothenar und Schmerzen (fakultativ). NLG erniedrigt, pathologische Spontanaktivität, Einzeloszillationen und polyphasische Potentiale.
Grad 4	Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet, stärkere Paresen der ulnarisversorgten Muskulatur (Kraftgrad 2/5 – 3/5), Atrophie der Interosärmuskulatur, des Hypothenars und des M. adductor pollicis und Schmerzen (fakultativ). NLG deutlich erniedrigt, Interferenzmuster, polyphasische Potentiale und verlängerte mittlere Potentialdauer.
Grad 5	Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet, Atrophie der Interosärmuskulatur, des Hypothenars und des M. adductor pollicis, hochgradige Lähmungserscheinungen (Kraftgrad 0/5 – 1/5, Krallenhand, überstreckter Daumen) und Schmerzen (fakultativ). Sehr niedrige oder nicht ableitbare NLG, vollständiges Fehlen der Willküraktivität, polyphasische Potentiale und verlängerte mittlere Potentialdauer.

Tabelle 6: Eigene Einteilung

2.4 FRAGEBOGEN

Für die Erhebung der Daten wurde ein mündlich in Form eines Telefoninterviews zu beantwortender Fragebogen¹ verwendet. Die mündliche Befragung wurde gewählt, da die Rücklaufquote bei schriftlichen Befragungen erfahrungsgemäß nur um die 50 % beträgt und die Anzahl der Patienten

1. vgl. auch: Anhang "Fragebogen zur Erfassung der Operationsergebnisse beim Sulcus-ulnaris-Syndrom" Seite 83

ohnehin sehr gering war. Die Interviews wurden von November 1999 bis zum Mai 2000 durchgeführt.

Die Fragen eins bis acht lassen sich aus den Akten beantworten und decken die notwendigen Informationen ab, um eine Einteilung in Schweregrade der präoperativen Beschwerden zu ermöglichen, wie Schmerzen, elektrophysiologische Befunde, Paresen, Hypästhesien oder Muskelatrophien.

Die restlichen Fragen zielen darauf ab, Einflußgrößen auf den Outcome zu bestimmen und die heute noch bestehenden Beschwerden in Schweregrade einzuteilen, um einen Vorher-Nachher-Vergleich zu ermöglichen, wie Schmerzen, Hypästhesien, Atrophien und Paresen.

Die Fragen nach Schwäche der Handmuskulatur sollen Informationen über Schwäche oder Lähmung einzelner Muskeln liefern:

- Faustschluß: Mm. interossei und lumbricales
- Abspreizen des kleinen Fingers: Hypothenarmuskulatur
- Heranziehen des kleinen Fingers: Hypothenarmuskulatur
- Beugung des Kleinfingerendgliedes: M. flexor dig. V
- Schnippen mit dem Zeigefinger (Nasenstüßbewegung): Mm. interossei
- Papier zwischen Daumen und Zeigefinger festhalten: M. adductor pollicis

2.5 AUSWERTUNGSMATERIAL UND -METHODEN

Zur Verwaltung und statistischen Auswertung wurde das Statistikprogramm SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) verwendet. Das Programm eignet sich wegen der einfacheren menügesteuerten Benutzerführung sowie dem betrieb unter verschiedenen Betriebssystemen (z. B. Windows, Macintosh) zur Auswertung.

Die statistische Beratung erfolgte durch Frau Raymonde Busch vom Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie der technischen Universität München (Direktor: Prof. Dr. A. Neiß).

Zur statistischen Auswertung wurden nichtparametrische Tests benutzt, d. h. beim Vergleich zwei verschiedener Gruppen der Mann-Whitney-U-Test, beim Vergleich der Schweregrade vor und nach der Operation der Wilcoxon-Test und der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman.

Getestet wurde immer zweiseitig und das Signifikanzniveau wurde auf 5 % festgelegt.

3 ERGEBNISSE

Es wurden 29 Patienten befragt, an denen 32 Dekompressionen durchgeführt wurden. Für die statistische Auswertung werden die 32 Fälle getrennt betrachtet, ohne zu berücksichtigen, daß drei Patienten an beiden Armen operiert wurden.

3.1 GRAPHIKEN UND STATISTISCHE AUSWERTUNG

Aus der folgenden Abbildung geht hervor, daß der Zeitraum zwischen der Operation und der Befragung im Durchschnitt zehn Jahre betrug. Der Beobachtungszeiträume erstreckten sich von zwei bis zu 19 Jahre.

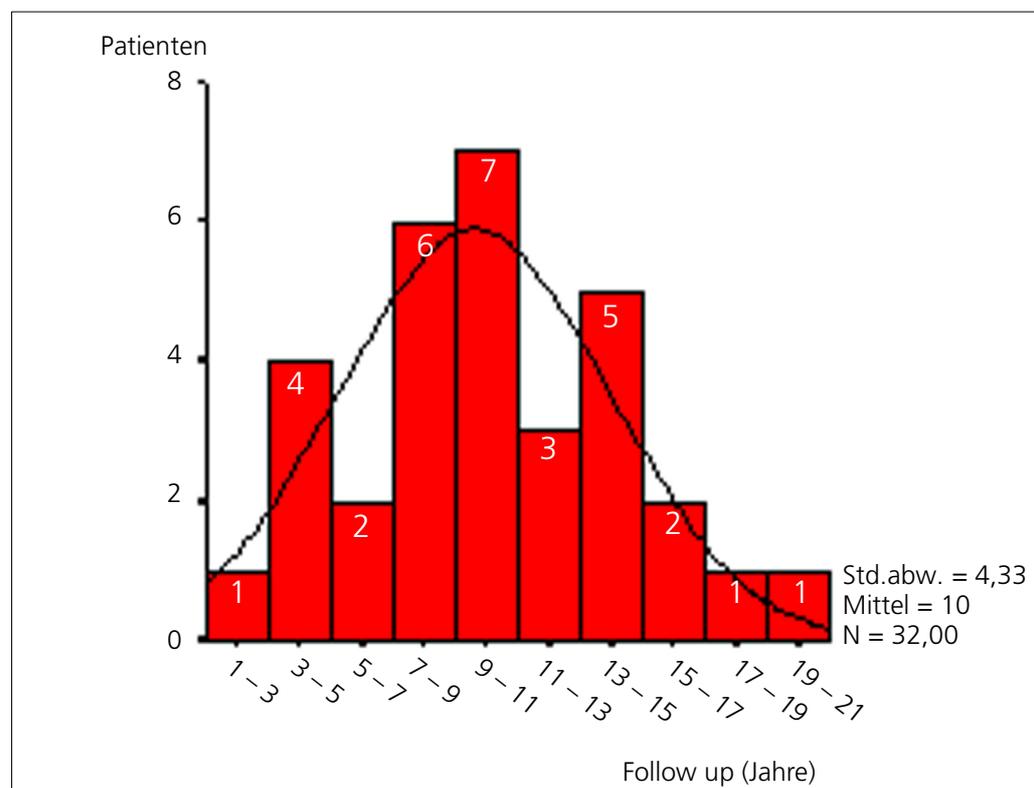


Abbildung 12: Follow up

Die Abbildung 13: "Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation" zeigt, daß das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation bei 54 Jahren lag, wobei der jüngste Patient 28 Jahre und der älteste Patient 74 Jahr alt war.

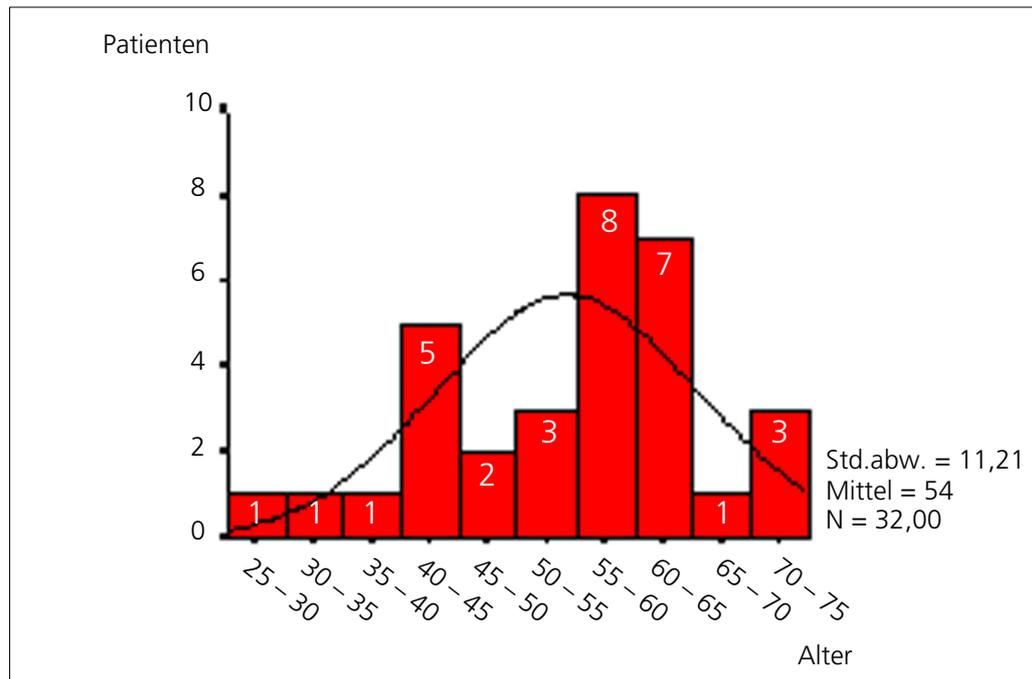


Abbildung 13: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation

Aus Abbildung 14: "Arbeitsunfähigkeit" geht hervor, daß die postoperative Arbeitsunfähigkeit im Mittel bei zwei Wochen lag, angefangen von keiner Arbeitsunfähigkeit bis zu acht Wochen. Insgesamt wurden nur in 24 Fällen (75 %) Angaben gemacht, da einige Patienten sich nicht mehr erinnern konnten oder zu der Zeit schon in Rente waren.

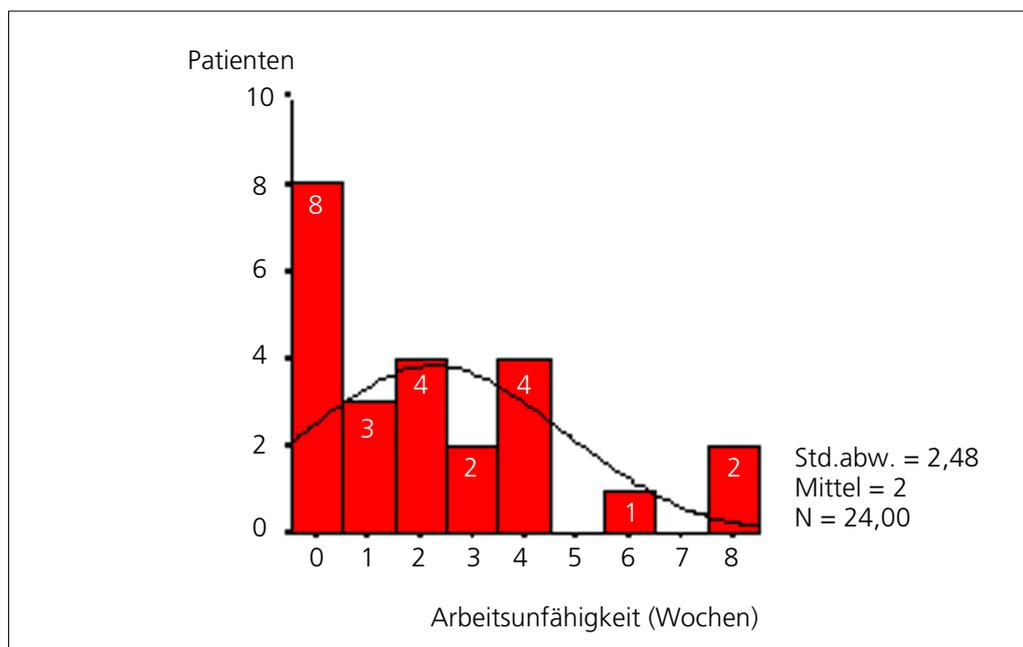


Abbildung 14: Arbeitsunfähigkeit

Aus der folgenden Abbildung geht hervor, daß nur in sechs Fällen krankengymnastische Übungen durchgeführt wurden, d. h. nur bei knapp 19 %.

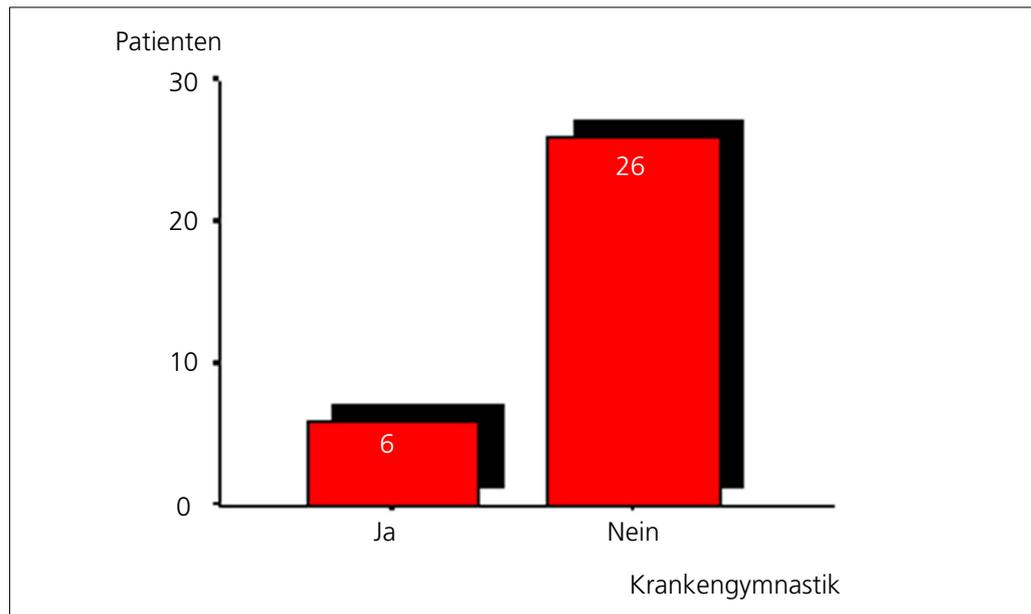


Abbildung 15: Postoperative Krankengymnastik

In Abbildung 16: "Ursache der Beschwerden" sind die Ursachen des Sulcus ulnaris-Syndroms dargestellt, wobei sich zeigt, daß in 81,3 % kein unmittelbarer Auslöser vorliegt und die restlichen Fälle sich fast gleichmäßig auf übliche Ursachen wie Frakturen, Lagerungsschäden, Luxation des Ellenbogens, Aufstützen oder ein Ganglion verteilen.

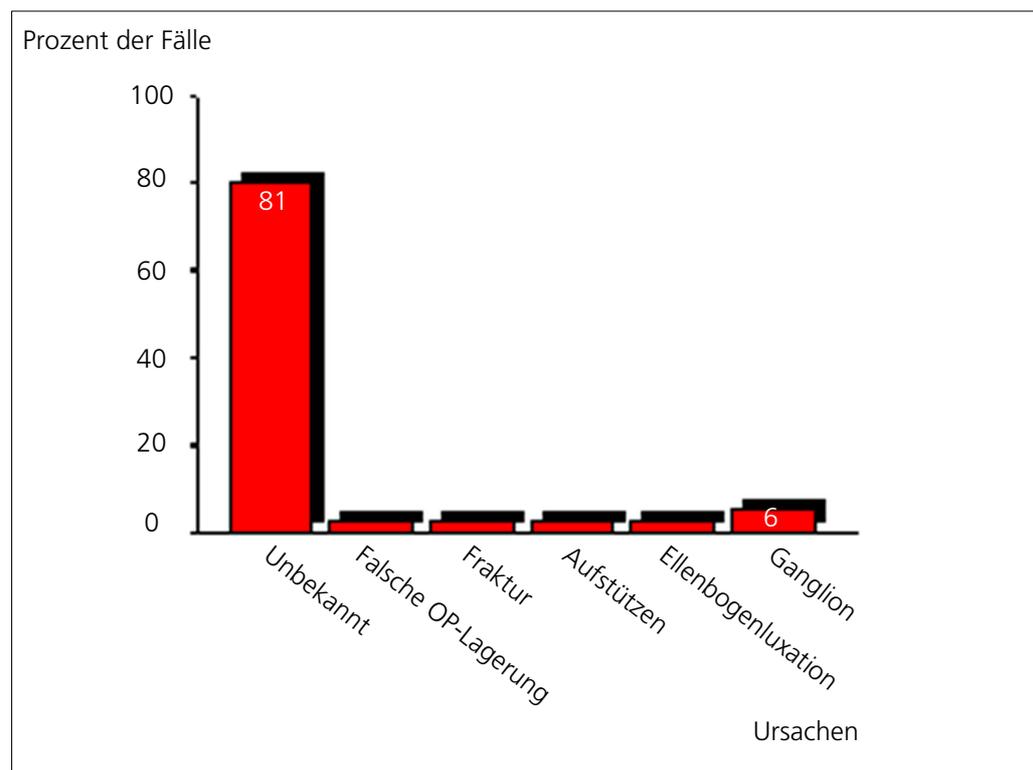


Abbildung 16: Ursache der Beschwerden

Abbildung 17: "Beschwerdedauer vor der Operation" zeigt, daß die Beschwerden vor der Operation durchschnittlich zehn Monate dauerten und von einem bis zu 40 Monaten bestanden. In drei Fällen war die Beschwerdedauer nicht zu ermitteln. Aus der Verteilung ist zu ersehen, daß in den meisten Fällen (75 %) innerhalb von 15 Monaten eine Operation durchgeführt wurde.

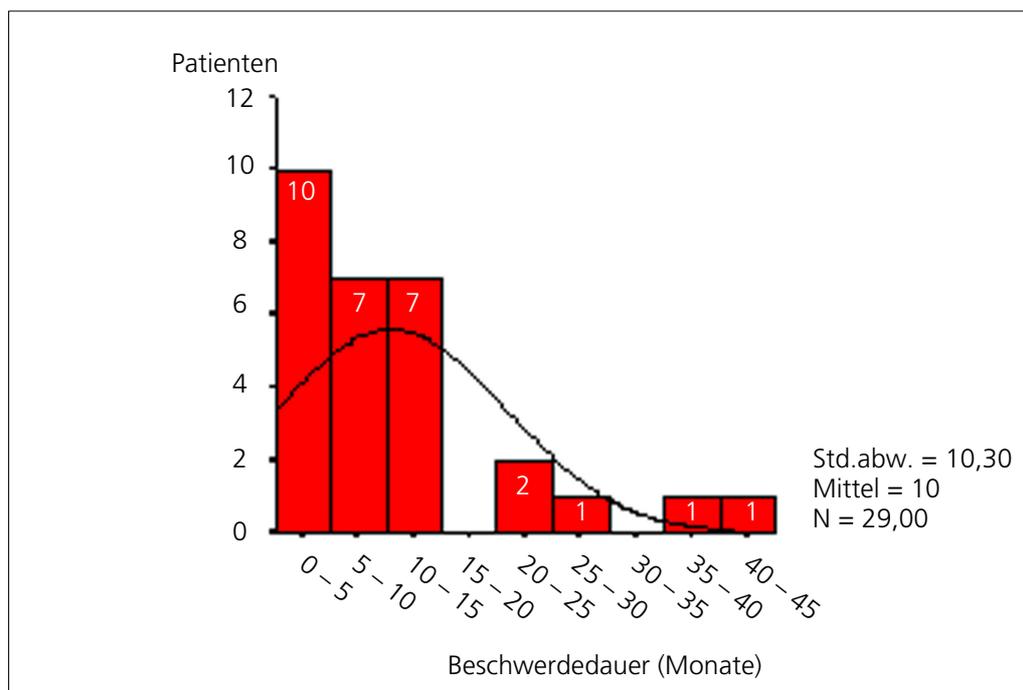


Abbildung 17: Beschwerdedauer vor der Operation

Schmerzen als Symptom bei Sulcus ulnaris-Syndrom wurden insgesamt von 23 Patienten (72 %) angegeben, bei zehn Patienten (31 %) bestanden die Schmerzen an mindestens zwei verschiedenen Stellen. In knapp der Hälfte der Fälle (49 %) waren die Schmerzen am Ellenbogen lokalisiert, außerdem am Unterarm, Handkante und Fingern, wie aus Abbildung 18: "Schmerzlokalisierung vor OP" hervorgeht.

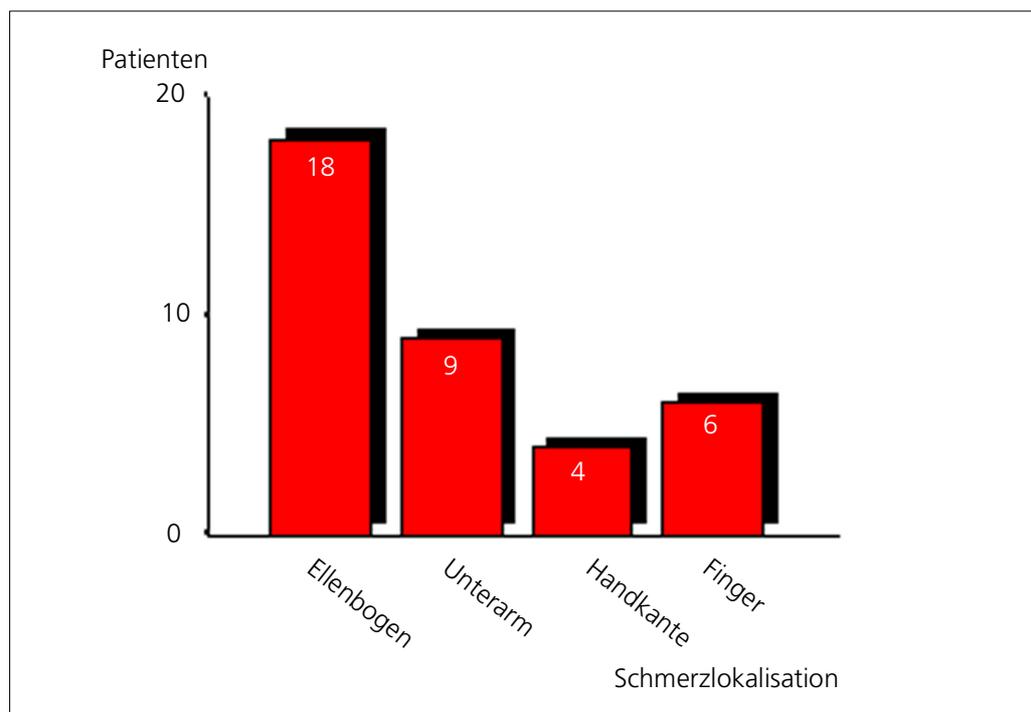


Abbildung 18: Schmerzlokalisierung vor OP

In Abbildung 19: "Schmerzlokalisierung nach OP" zeigt sich, daß nach der Operation nur noch 14 Patienten (44 %) über Schmerzen am klagten. In 50 % der Fälle waren die Schmerzen am Ellenbogen lokalisiert.

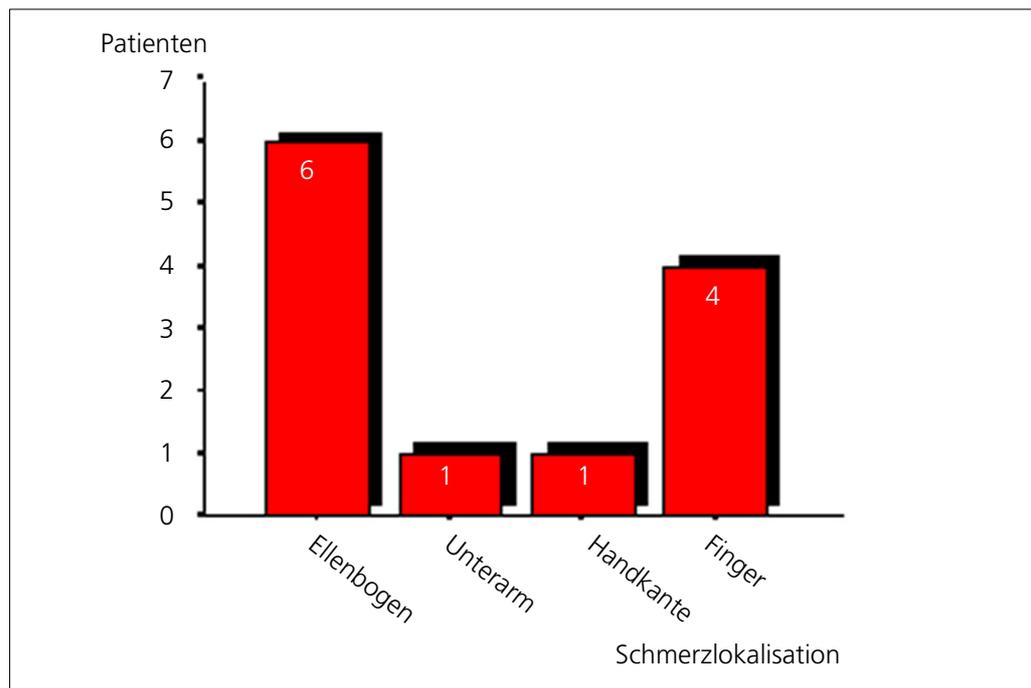


Abbildung 19: Schmerzlokalisierung nach OP

Insgesamt bemerkten 22 Patienten (69 %) vor der Operation eine Schwäche der betroffenen Hand. Die Paresen verteilten sich wie folgt, wobei bei einigen Patienten mehrere Muskeln betroffen waren: In 18 Fällen (82 %) waren die Mm. interossei und lumbricales betroffen, in acht Fällen (36 %) der M. flexor dig. prof., in sechs Fällen (27%) die Muskeln des Hypothenar, in zwei Fällen (9 %) der M. flexor carpi ulnaris und einmal (5 %) der M. adductor pollicis.

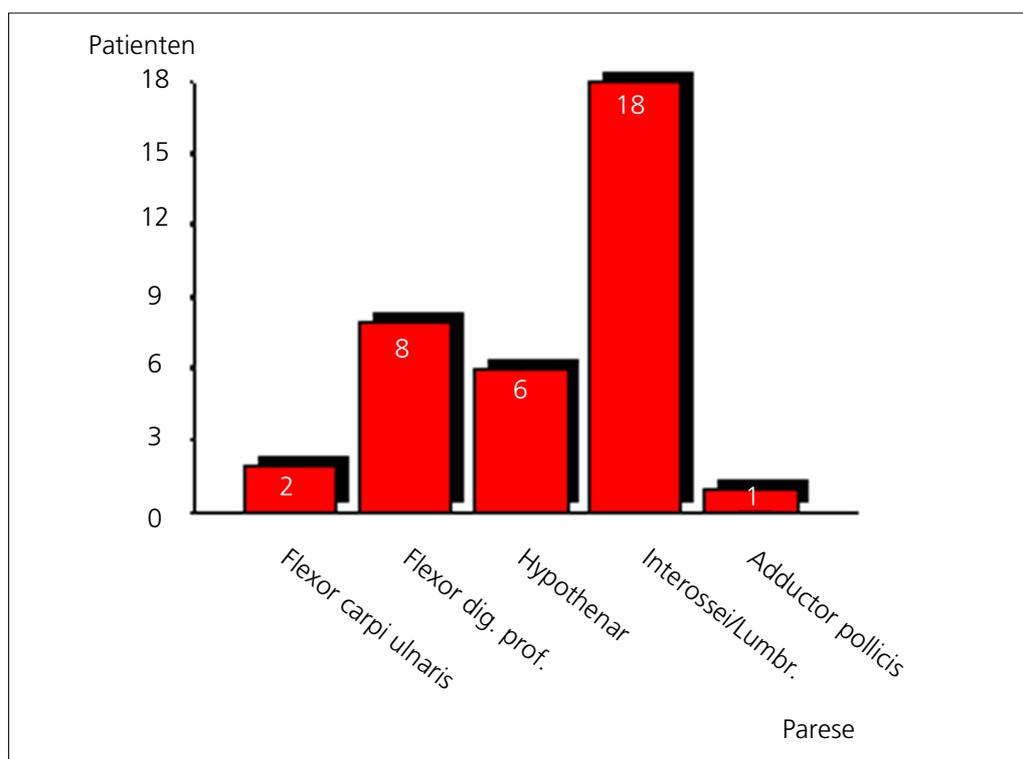


Abbildung 20: Paresen vor OP

Nach der Operation gaben noch zwölf Patienten (37 %) Muskelschwächen an. Es waren in zehn Fällen (83 %) Paresen der Mm. interossei und lumbri-cales, in sechs Fällen (50 %) der Muskeln des Hypothenar, in drei Fällen (25 %) des M. flexor dig. prof. und in einem Fall (8 %) des M. adductor pollicis wie der Abbildung 21: "Paresen nach OP" zu entnehmen ist.

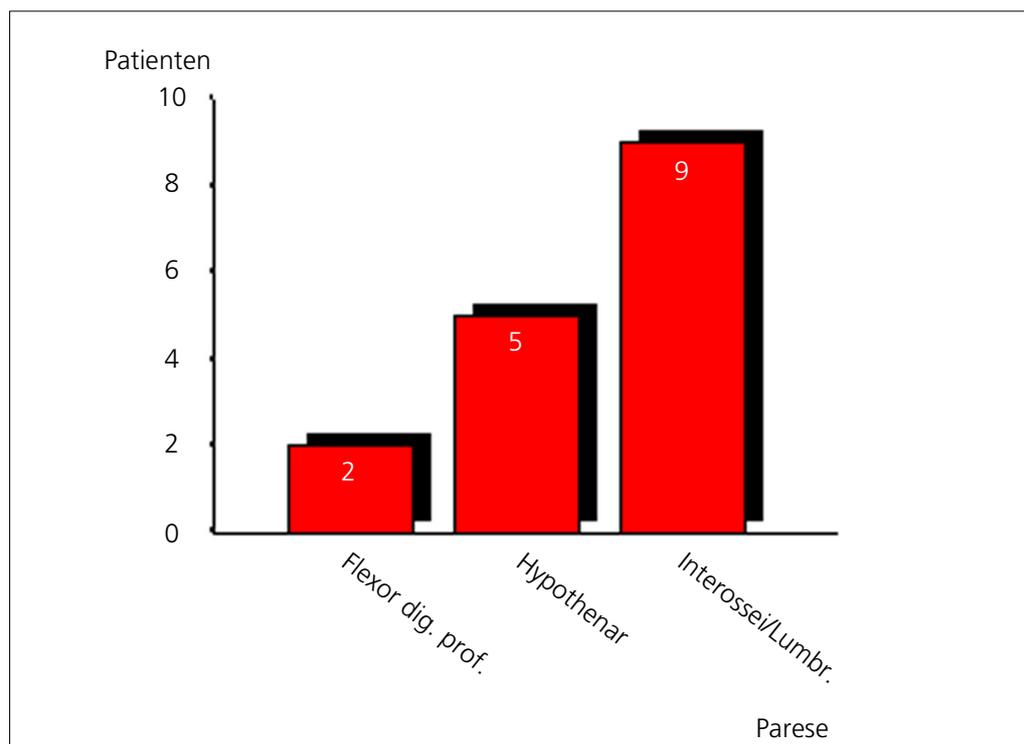


Abbildung 21: Paresen nach OP

Sensibilitätsstörungen bestanden präoperativ bei 31 Patienten (97 %). Die nächste Abbildung zeigt, daß die Verteilung der Hypästhesie vor der Operation in erster Linie die ulnare Handkante und die Digiti IV½ und V betraf, nämlich in 19 Fällen (61 %). Sieben Patienten (23 %) klagten über Sensibilitätsstörungen nur an den beiden ulnaren Fingern, drei (10 %) über Hypästhesien an der ulnaren Handkante. Am geringsten ausgeprägt waren dies Störungen am Unterarm und den ulnaren Fingern bzw. nur am Unterarm, worüber nur je ein (3 %) Patient klagte.

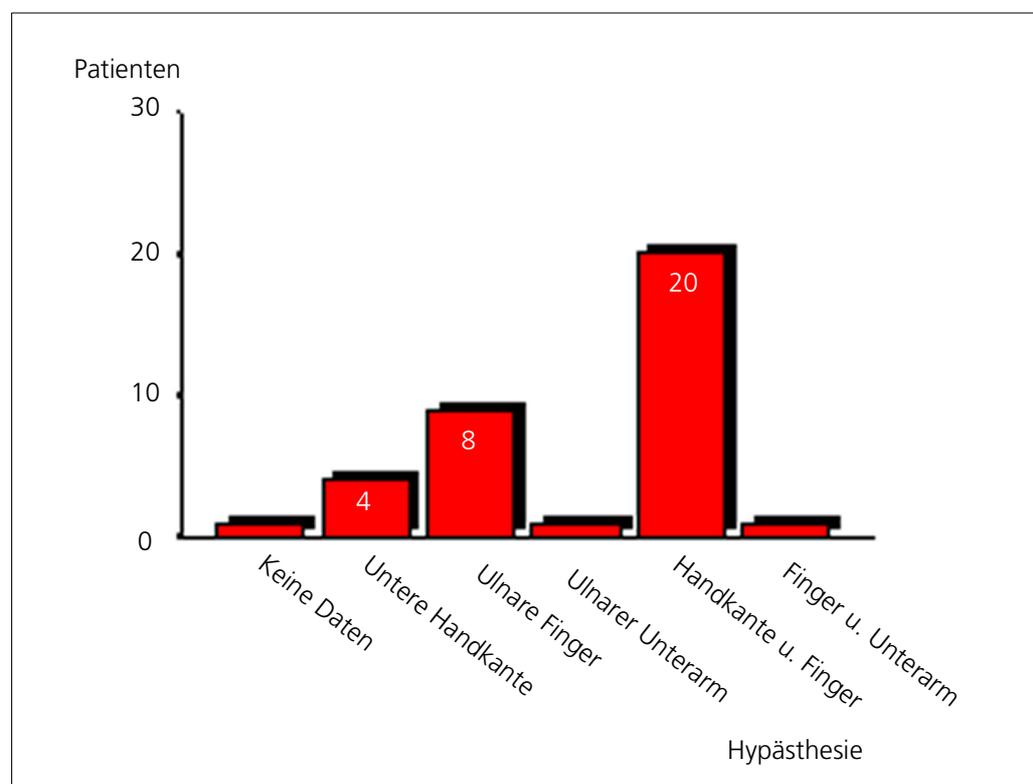


Abbildung 22: Verteilung der Hypästhesie vor OP

Nach der Operation waren überwiegend keine Sensibilitätsstörungen im Ulnarisversorgungsgebiet mehr vorhanden. Die noch vorhandenen Hypästhesien (in 37,5 % der Fälle) beschränkten sich auf das Gebiet der ulnaren Handkante und Finger (83 %) bzw. nur der ulnaren Finger (17 %).

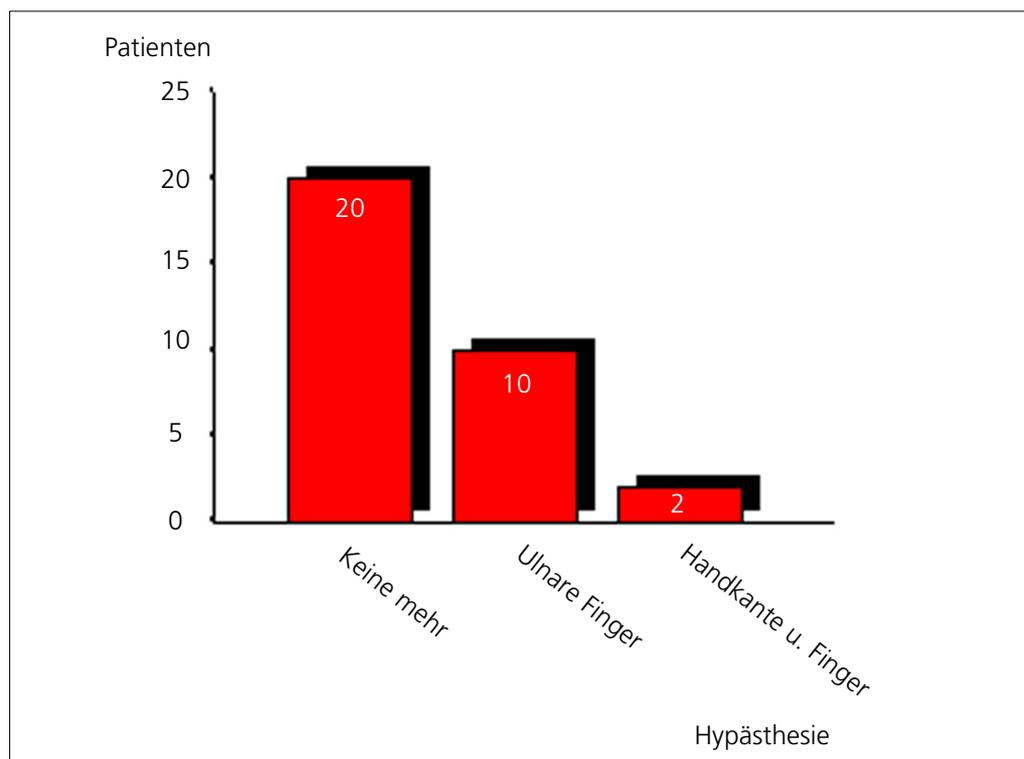


Abbildung 23: Verteilung der Hypästhesie nach OP

Eine muskuläre Atrophie vor der Operation wurde bei insgesamt 16 Patienten (50 %) festgestellt, in einem Fall (6 %) betraf sie die Muskeln des Hypothenar, in drei Fällen (19 %) die Mm. interossei und lumbricales und in zwölf Fällen (75 %) beide Regionen. In 50 % der Fälle war keine Atrophie vorhanden, wie die folgende Abbildung zeigt.

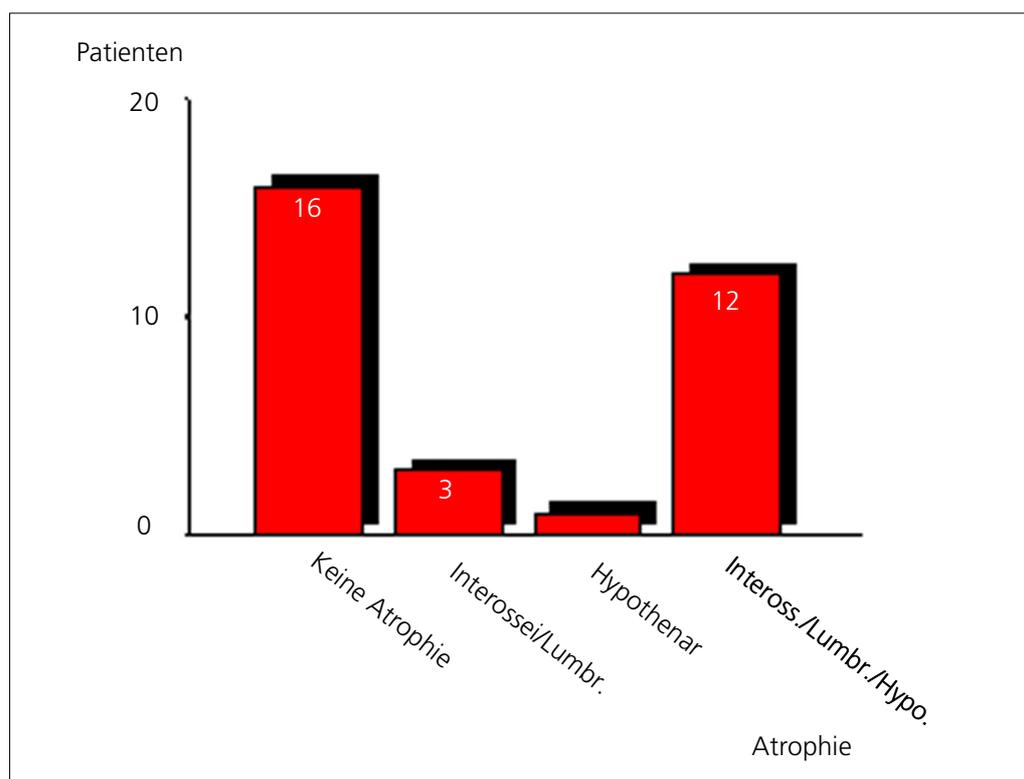


Abbildung 24: Atrophie vor der Operation

Aus Abbildung 25: "Atrophie nach der Operation" geht hervor, daß nach der Operation nur noch in fünf Fällen (16 %) eine Atrophie erkennbar war, in drei Fällen (60 %) die Mm. interossei und lumbricales betroffen waren und in je einem Fall (20 %) die Muskeln des Hypothenar und beide Regionen.

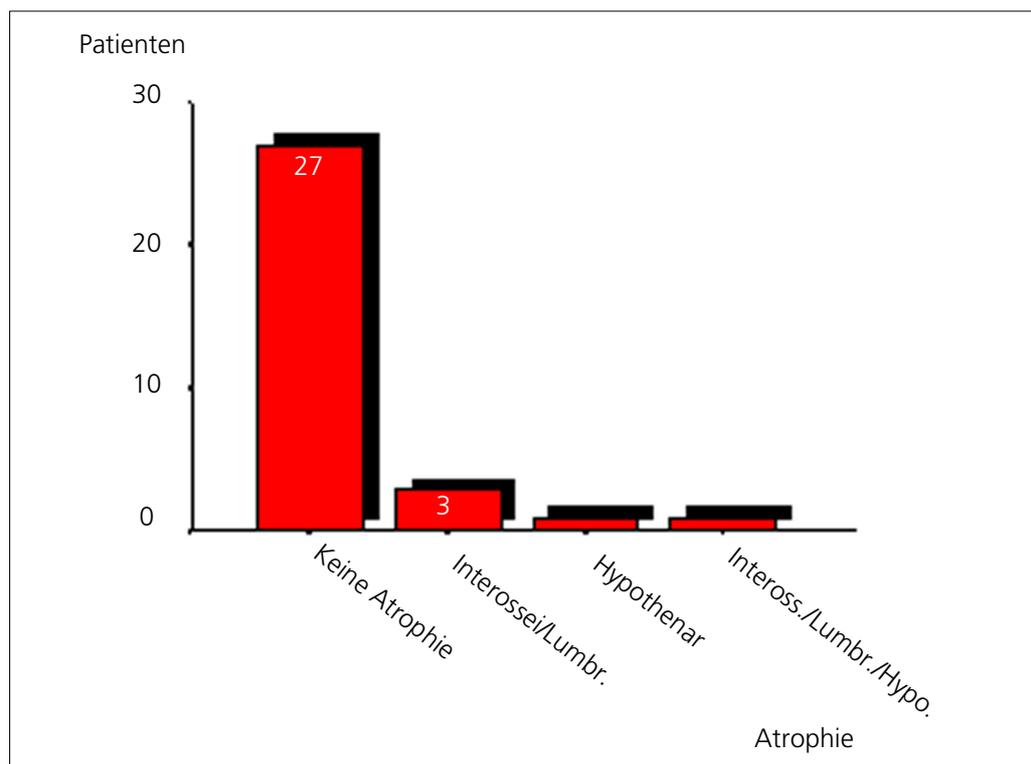


Abbildung 25: Atrophie nach der Operation

Bei Einteilung der Beschwerden nach McGowan zeigt sich in Abbildung 26: "McGowan-Verteilung vor OP", daß der Großteil der Patienten (66 %) erst im fortgeschrittenen Stadium der Krankheit, d. h. Grad 2 und 3, operiert wurden.

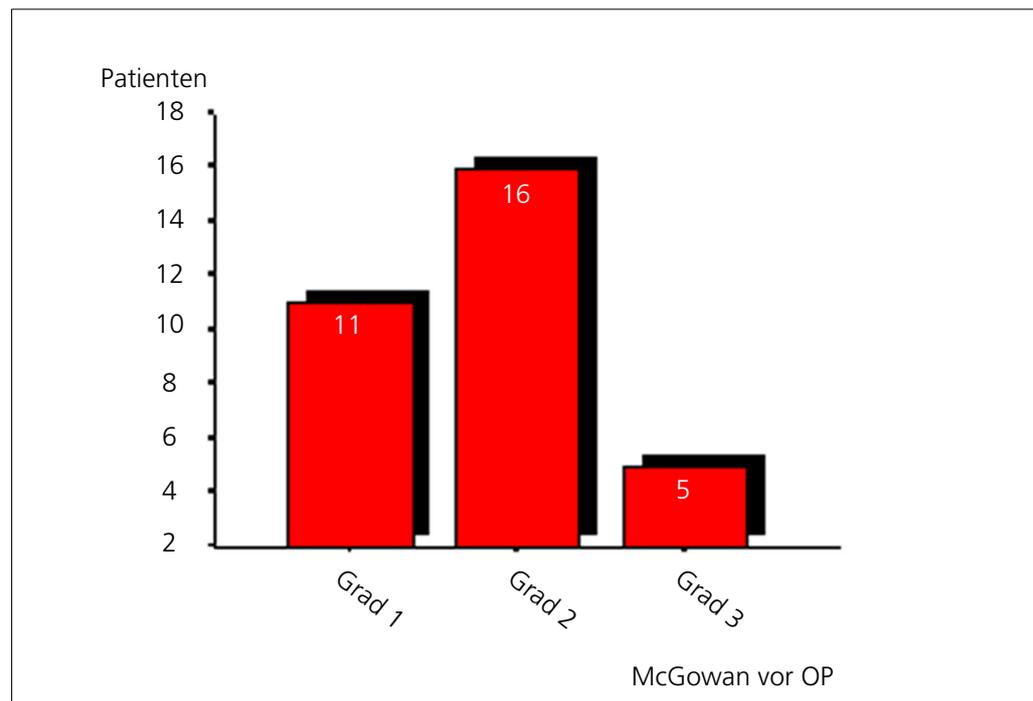


Abbildung 26: McGowan-Verteilung vor OP

Nach der Operation bestanden bei 16 Patienten (50 %) keine Beschwerden mehr, in neun Fällen (56 %) davon noch Beschwerden ersten und in sieben Fällen (44 %) Beschwerden zweiten Grades. Der Schweregrad 3 wurde nicht mehr beobachtet.

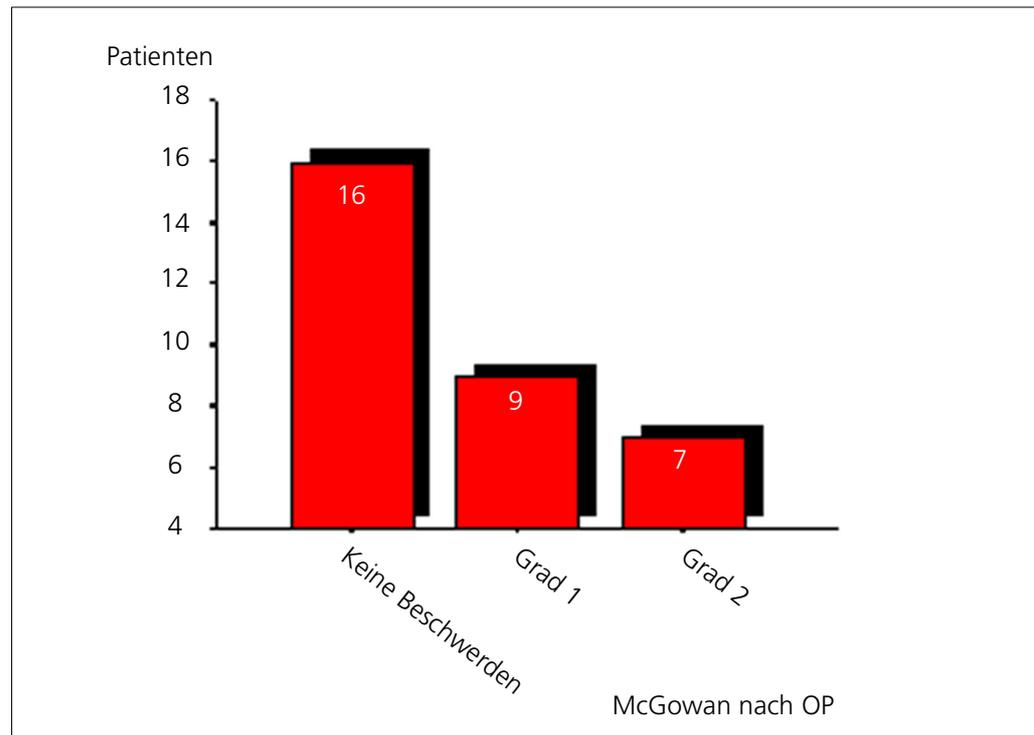


Abbildung 27: McGowan-Verteilung nach OP

Beim Vergleich der Schweregradeinteilung vor und nach Operation sieht man in Abbildung 28: "Vergleich der McGowan-Einteilung vor und nach OP" eine deutliche postoperative Verbesserung.

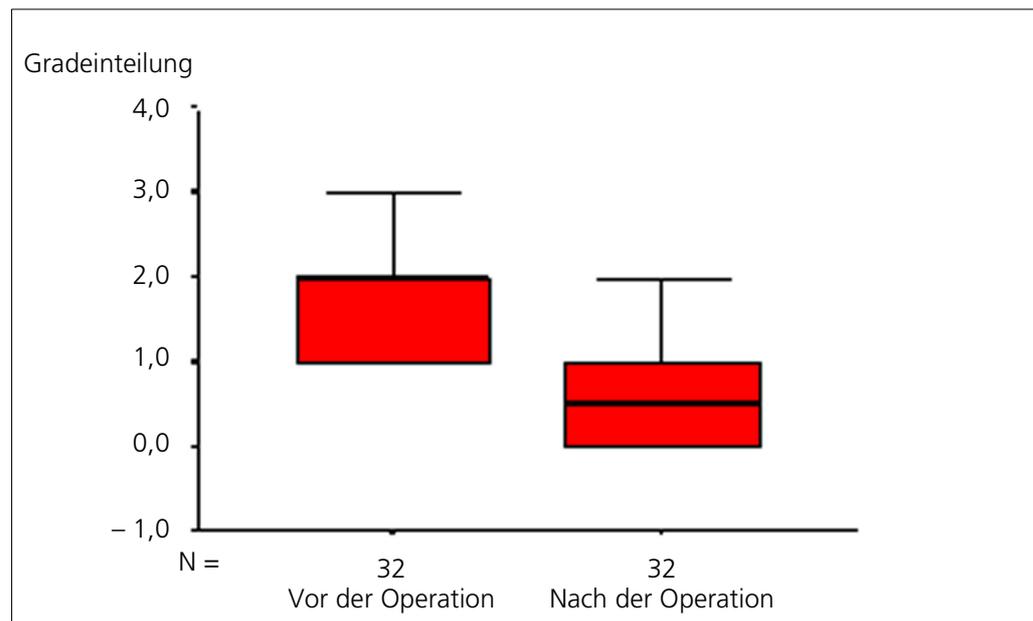


Abbildung 28: Vergleich der McGowan-Einteilung vor und nach OP

Für den Vergleich vor und nach Operation konnten alle 32 Fälle verwendet werden.

Aus Tabelle 7: "Deskriptive Statistiken (MCGOWANV, MCGOWANH)" geht hervor, daß vor der Operation der niedrigste Schweregrad 1 und der höchste 3 war. Nach der Operation waren in vielen Fällen keine Beschwerden mehr vorhanden, der höchste Grad war 2.

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Perzentile		
						25.	50. (Median)	75.
MCGOWANV	32	1,81	0,69	1	3	1,00	2,00	2,00
MCGOWANH	32	0,72	0,81	0	2	0,00	0,50	1,00

Tabelle 7: Deskriptive Statistiken (MCGOWANV, MCGOWANH)

Der Unterschied der Beschwerdegrade vor und nach Operation ist signifikant (im Wilcoxon-Test ist $p < 0,001$).

Bei der Gradeinteilung vor der Operation nach dem eigenen Schema zeigt sich in der Abbildung 29: "Einteilung vor der Operation" ein Häufigkeitsgipfel bei Grad zwei mit neun Patienten (28 %) und drei mit 15 Patienten (47 %). Drei Patienten (9 %) hatten den Schweregrad 1, vier Patienten (13 %) Grad 4 und einer (3 %) Grad 5.

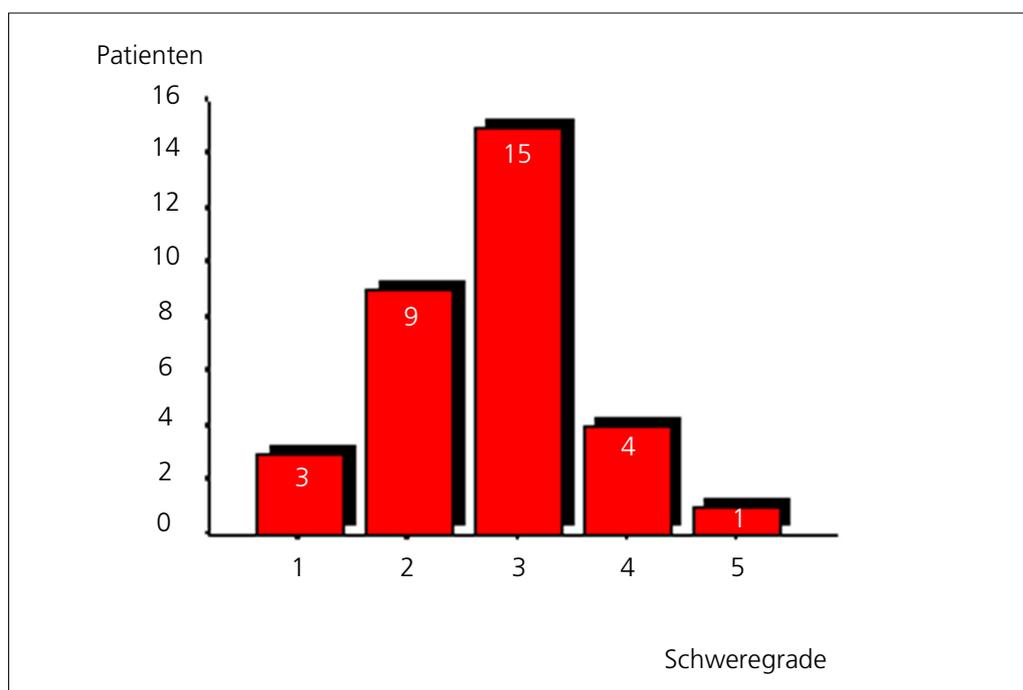


Abbildung 29: Einteilung vor der Operation

Die Abbildung 30: "Einteilung nach der Operation" zeigt, daß bei 16 Patienten (50%) keine Beschwerden mehr vorhanden sind, bei vier Patienten (12 %) noch Grad 1, bei sechs Patienten (19 %) Grad 2 und bei sechs Patienten (19 %) Beschwerden 3. Grades.

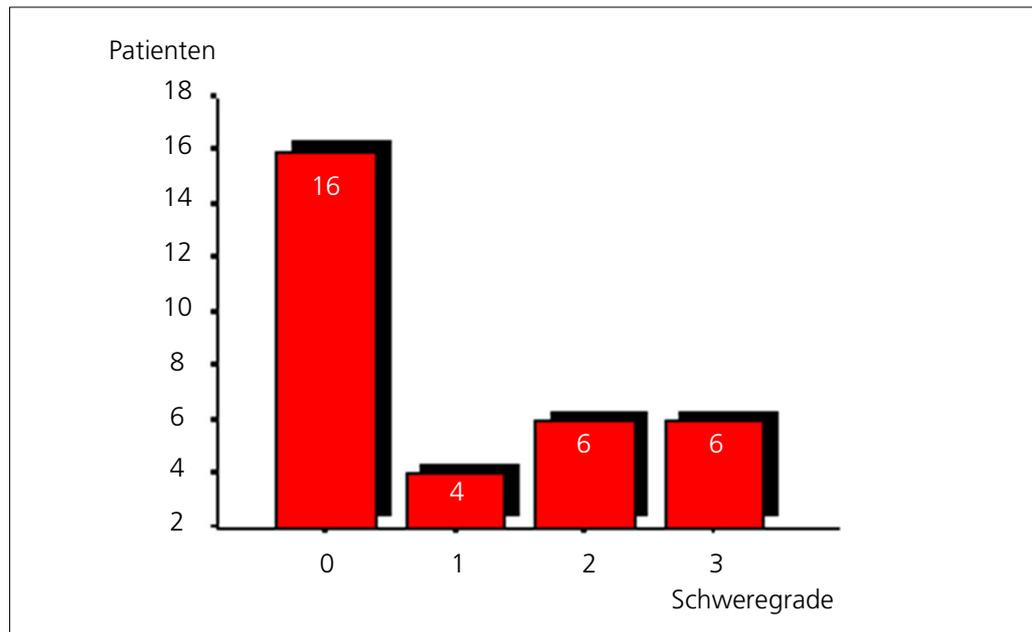


Abbildung 30: Einteilung nach der Operation

Die Abbildung 31: "Vergleich der Einteilung vor und nach OP" stellt eine deutliche postoperative Veränderung der Schweregrade dar.

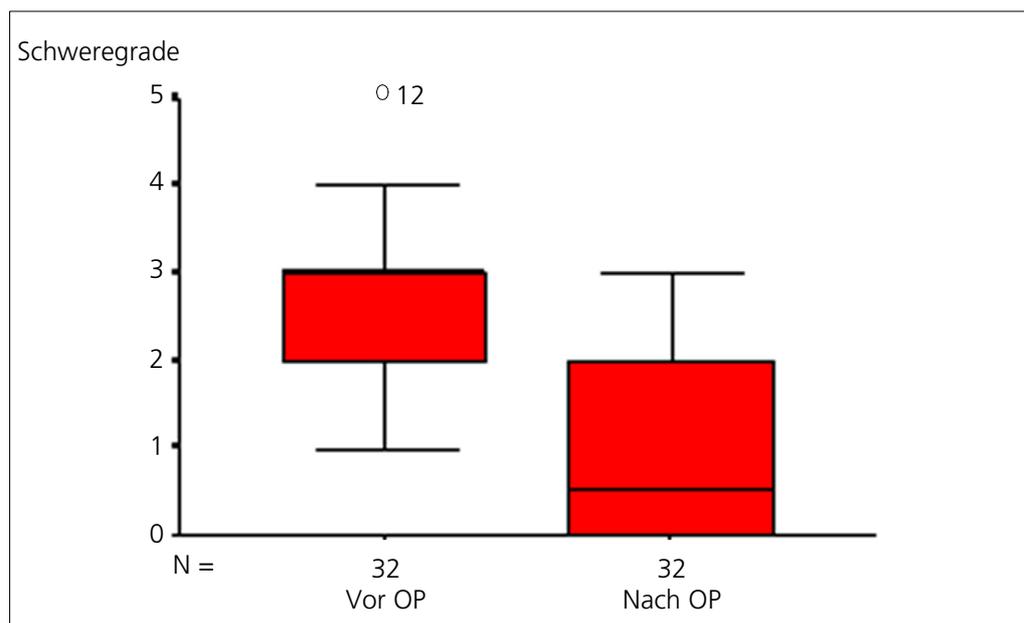


Abbildung 31: Vergleich der Einteilung vor und nach OP

Für diesen Vorher-Nachher-Vergleich konnten alle 32 Fälle verwendet werden.

Die Tabelle 8: "Deskriptive Statistiken (EINTEI_V, EINTEI_H)" zeigt, daß vor der Operation der niedrigste Schweregrad 1 und der höchste 5 war, postoperativ reichte die Bandbreite von keinen Beschwerden bis zum Schweregrad 3.

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Perzentile		
						25.	50. (Median)	75.
EINTEI_V	32	2,72	0,92	1	5	2,00	3,00	3,00
EINTEI_H	32	1,06	1,22	0	3	0,00	0,50	2,00

Tabelle 8: Deskriptive Statistiken (EINTEI_V, EINTEI_H)

Der Unterschied der Schweregrade vor und nach der Operation ist signifikant (im Wilcoxon-Test ist $p < 0,001$).

In 17 Fällen (53 %) war der linke Arm vom Sulcus ulnaris-Syndrom betroffen, in 15 Fällen (47 %) der rechte Arm, wie aus der folgenden Abbildung hervorgeht.

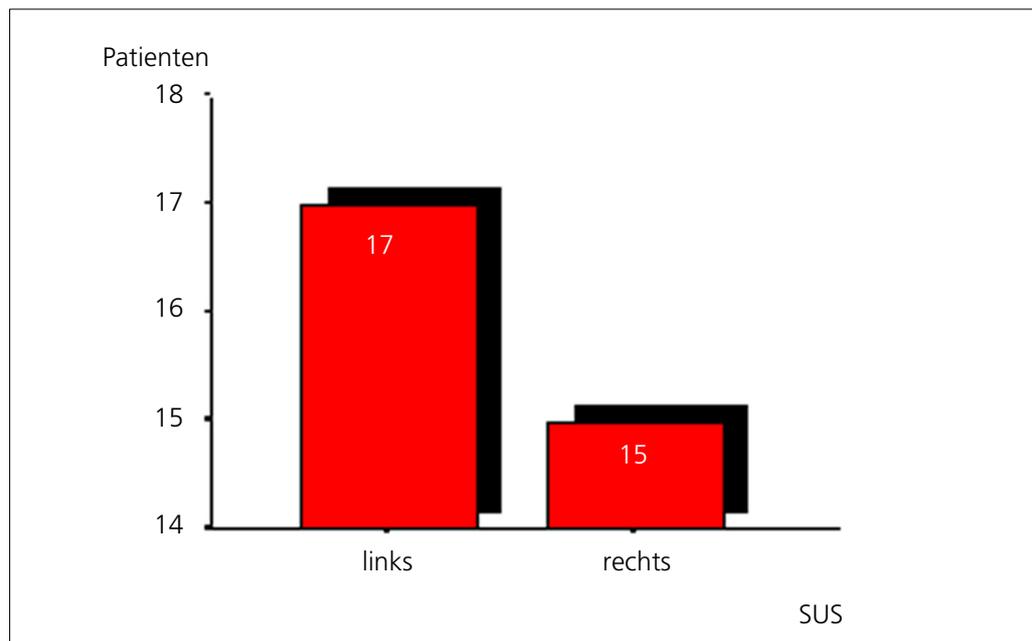


Abbildung 32: Erkrankter Arm

Die dominante Hand war in 27 Fällen (84 %) die rechte und in fünf Fällen (16 %) die linke Hand.

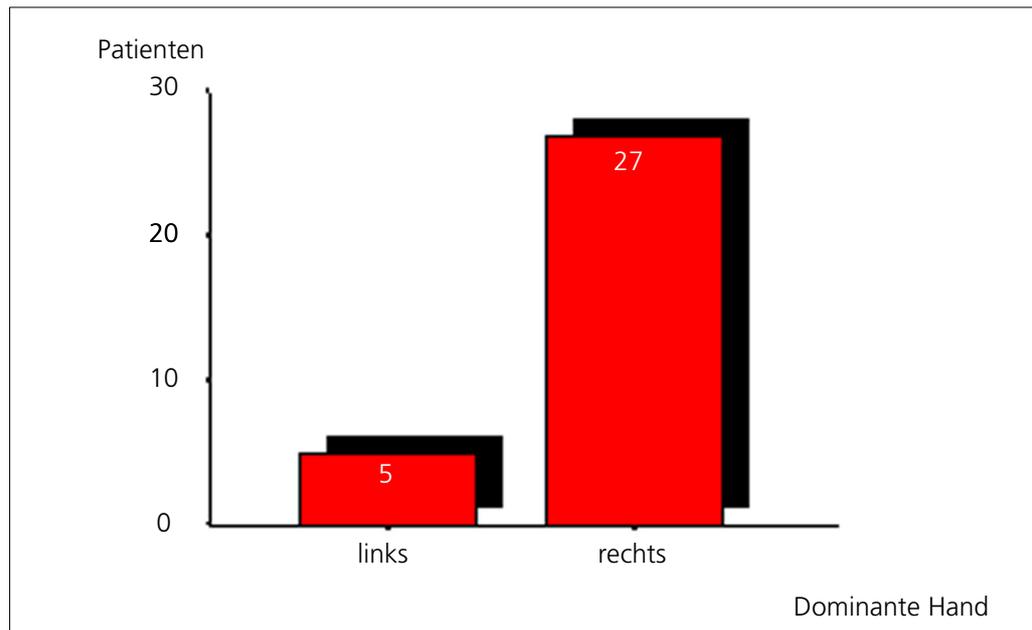


Abbildung 33: Dominante Hand

Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen der dominanten und der erkrankten Hand.

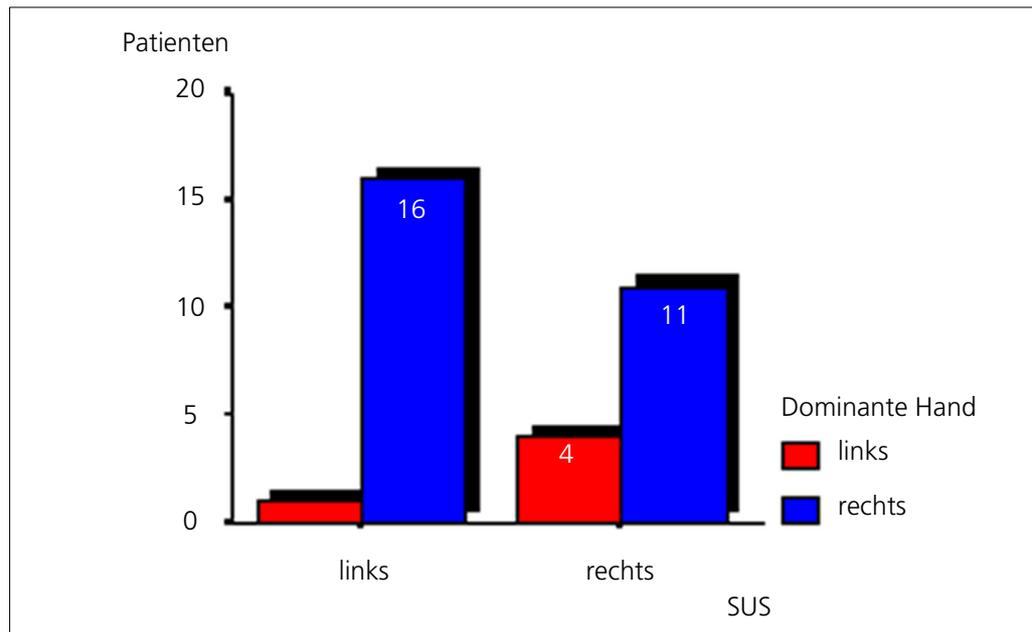


Abbildung 34: Zusammenhang zwischen dominanter Hand und erkrankter Hand

Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman beträgt $-0,29$ und ist nicht signifikant unterschiedlich von 0 ($p < 0,11$), so daß zwischen der dominanten und erkrankten Hand kein signifikanter Zusammenhang besteht.

In sechs Fällen (19 %) wurden postoperativ krankengymnastische Übungen durchgeführt, in 26 Fällen (81 %) nicht.

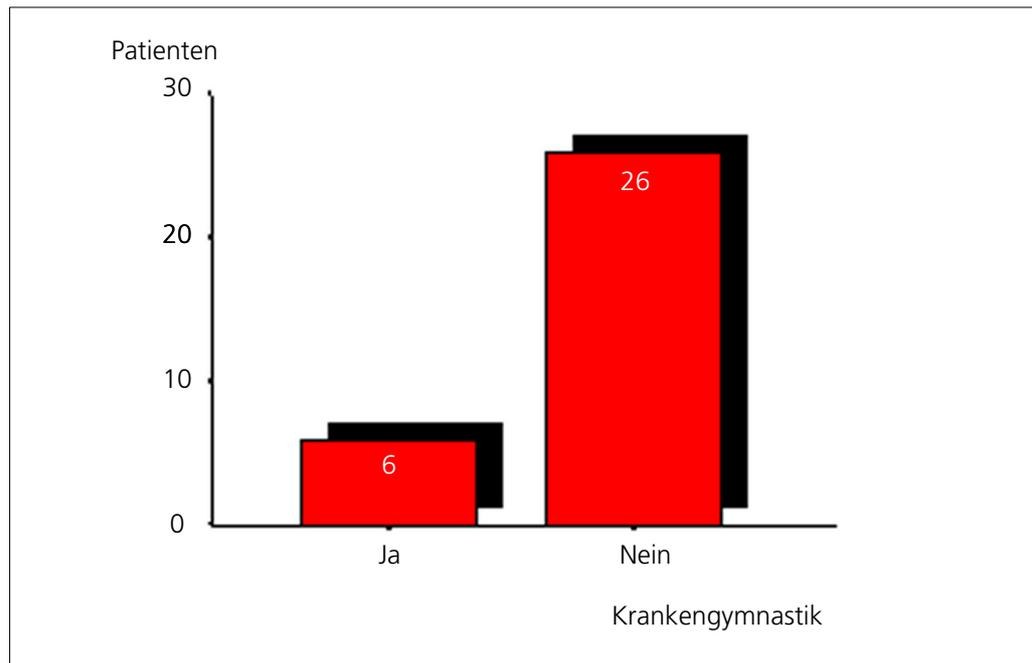


Abbildung 35: Postoperative Krankengymnastik

Das folgende Boxplot stellt den Zusammenhang zwischen der Verbesserung des Schweregrades nach der Operation und der Durchführung krankengymnastischer Übungen dar.

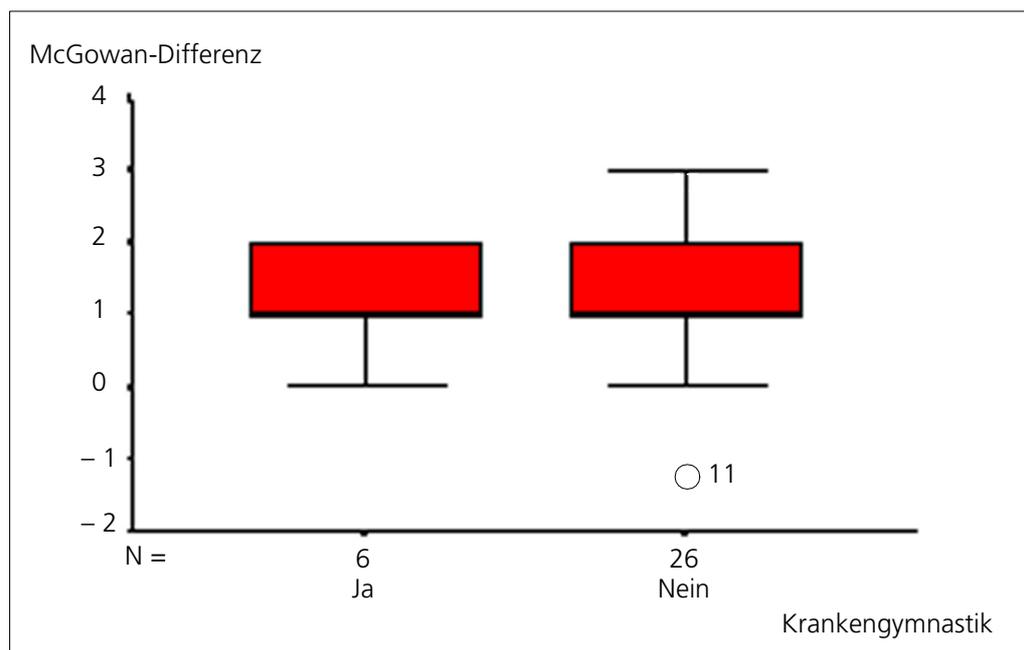


Abbildung 36: Zusammenhang zwischen Grad der Verbesserung und Krankengymnastik

Bei der postoperativen Schweregraddifferenz reicht die Veränderung in der Tabelle 9: "Deskriptive Statistiken (MCGOWAND, KG)" von der Verschlechterung um ein Grad bis zur Verbesserung um 3 Grade.

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Perzentile		
						25.	50. (Median)	75.
MACGOWAND	32	1,09	0,82	- 1	3	1,00	1,00	2,00
KG	32	1,81	0,40	1	2	2,00	2,00	2,00

Tabelle 9: Deskriptive Statistiken (MCGOWAND, KG)

Der Mann-Whitney-Test zeigt, daß zwischen der postoperativen Veränderung des Schweregrades und der Durchführung einer Krankengymnastik mit $p = 0,83$ kein signifikanter Zusammenhang besteht.

Der Abbildung 37: "Durchschnittsalter bei Frauen und Männern" zufolge betrug das Durchschnittsalter bei den betroffenen Frauen 51 Jahre und bei den Männern 55 Jahre.

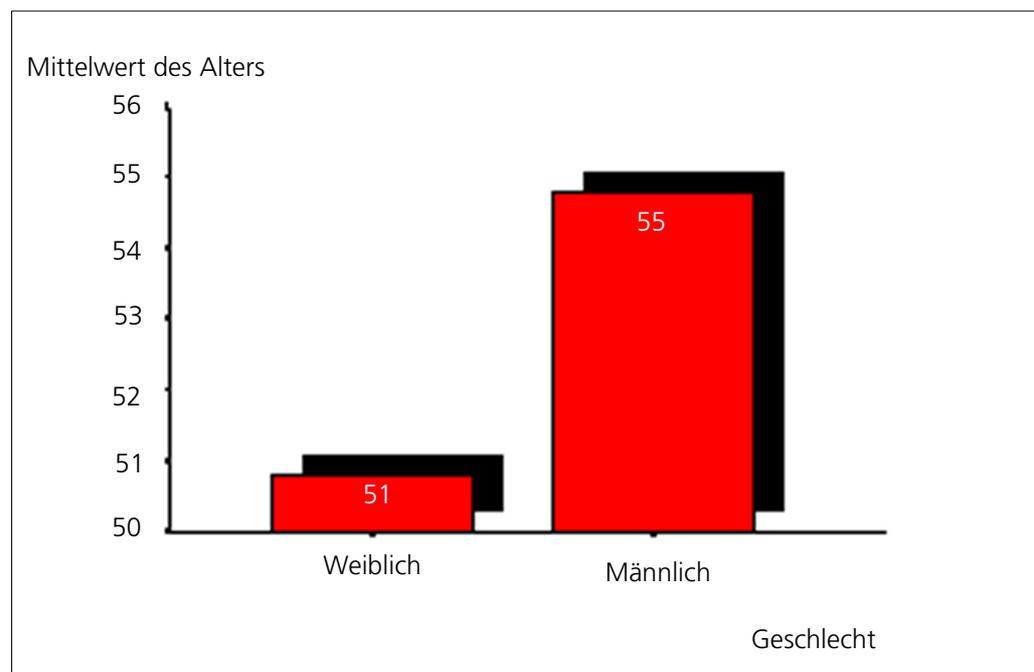


Abbildung 37: Durchschnittsalter bei Frauen und Männern

Die Abbildung 38: "Abhängigkeit des postoperativen Ergebnisses vom Alter" stellt den Zusammenhang zwischen der postoperativen Veränderung des Schweregrades vom Alter zum Zeitpunkt der Operation dar.

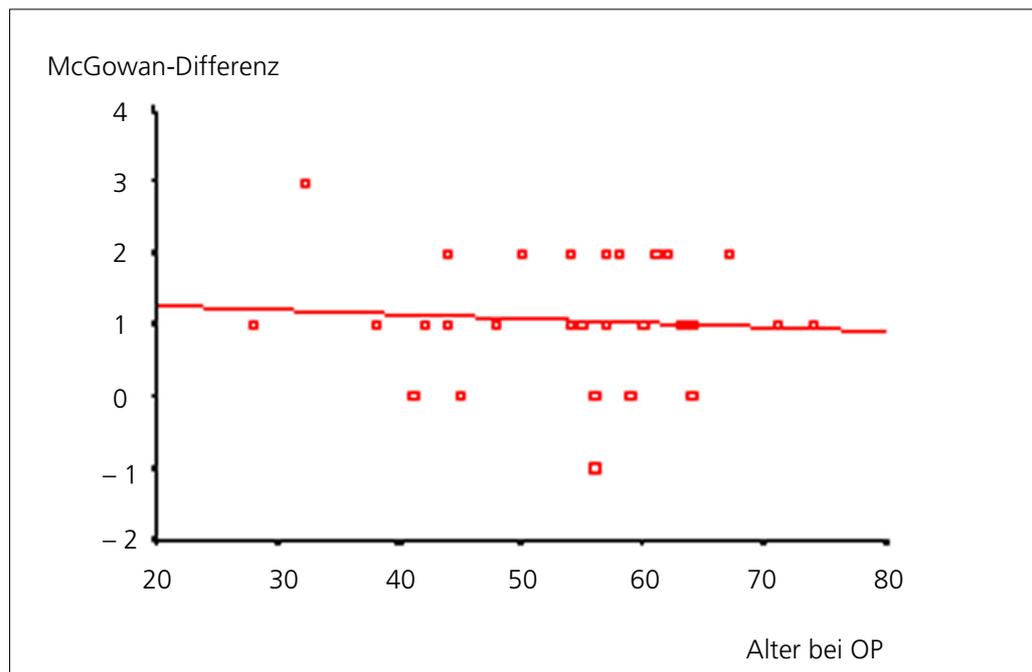


Abbildung 38: Abhängigkeit des postoperativen Ergebnisses vom Alter

Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman beträgt 0,06 und ist nicht signifikant unterschiedlich von 0 ($p = 0,97$), so daß das Operationsergebnis nicht vom Alter des Patienten abhängig ist.

Die Abbildung 39: "Abhängigkeit der Verbesserung vom Schweregrad der Erkrankung" zeigt den Zusammenhang zwischen dem Operationsergebnis und dem Schweregrad der Erkrankung vor der Operation.

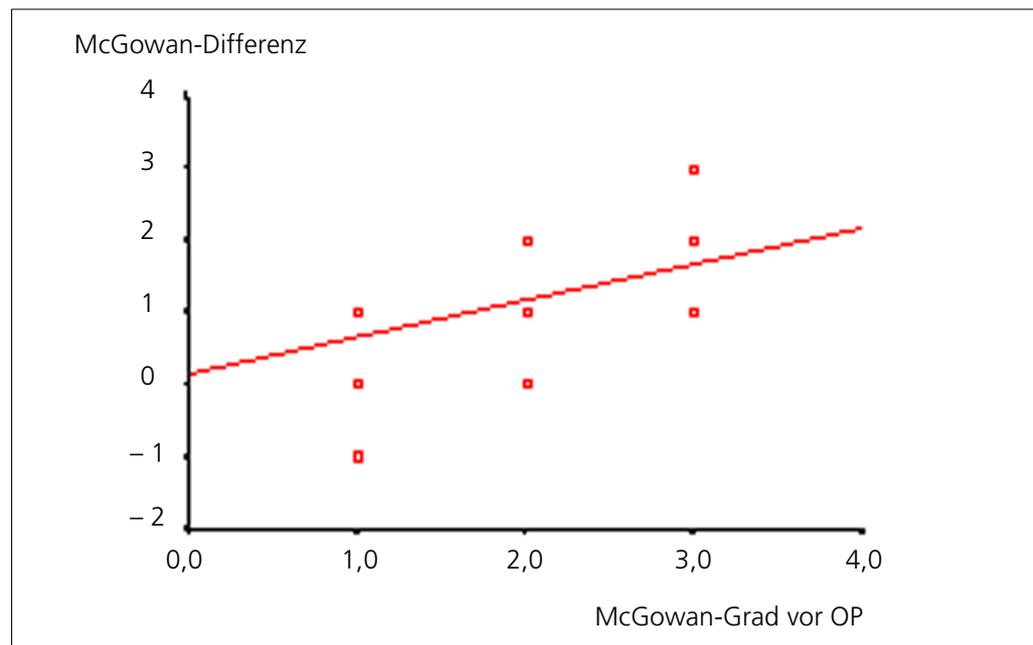


Abbildung 39: Abhängigkeit der Verbesserung vom Schweregrad der Erkrankung

Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman ist mit 0,43 signifikant unterschiedlich von 0 ($p = 0,014$), so daß ein Zusammenhang zwischen den McGowan-Graden vor der OP und dem OP-Ergebnis besteht. Das bedeutet, je höher der Schweregrad vor der Operation war, desto schlechter war das OP-Ergebnis.

Die Beschwerdedauer vor der Operation betrug im Mittel zehn Monate und dauerte von einem bis zu 40 Monaten. In drei Fällen war keine Beschwerdedauer angegeben.

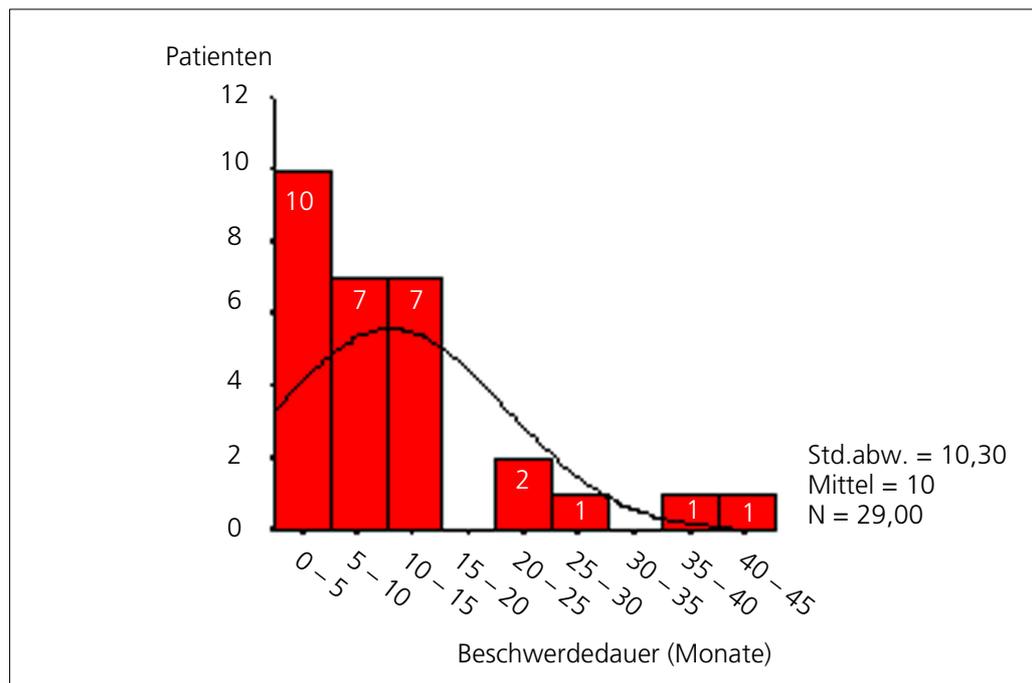


Abbildung 40: Beschwerdedauer vor der Operation

Die folgende Abbildung zeigt die Abhängigkeit des postoperativen Ergebnisses von der Beschwerdedauer vor der Operation.

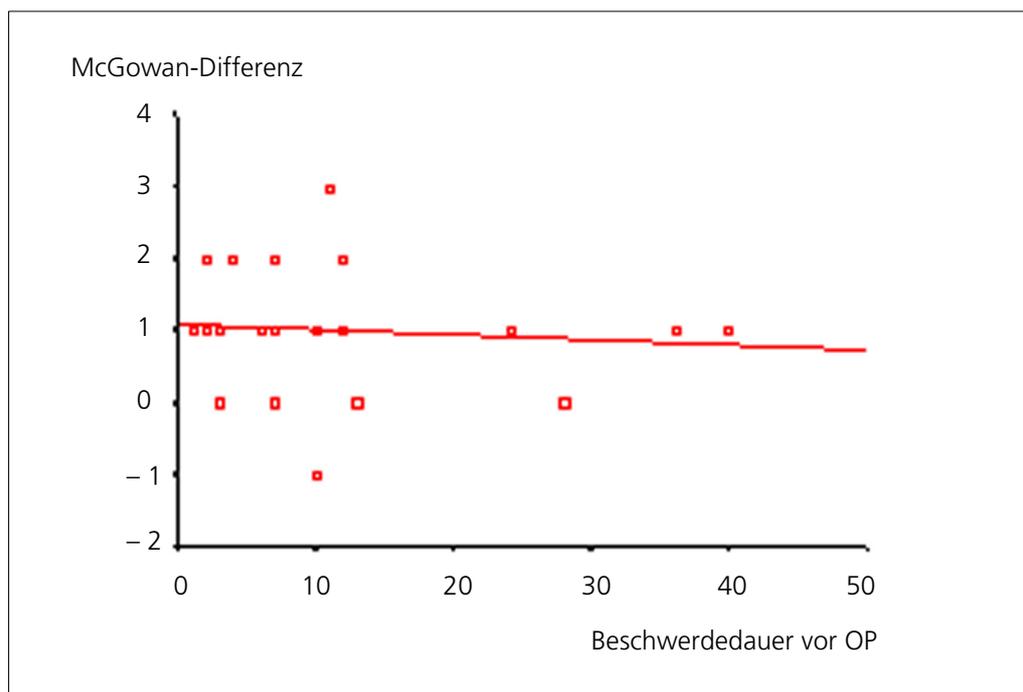


Abbildung 41: Abhängigkeit der Gradverbesserung nach OP von der Beschwerdedauer

Der Rangkorrelationskoeffizient ist mit $-0,105$ nicht signifikant unterschiedlich von 0 ($p = 0,59$), so daß kein Zusammenhang zwischen der Beschwerdedauer und dem OP-Ergebnis besteht.

Wie aus der nächsten Abbildung zu ersehen ist, betrug die durchschnittliche Beschwerdedauer nach der Operation 46 Monate, beginnend bei keinen Beschwerden postoperativ bis zu 201 Monaten.

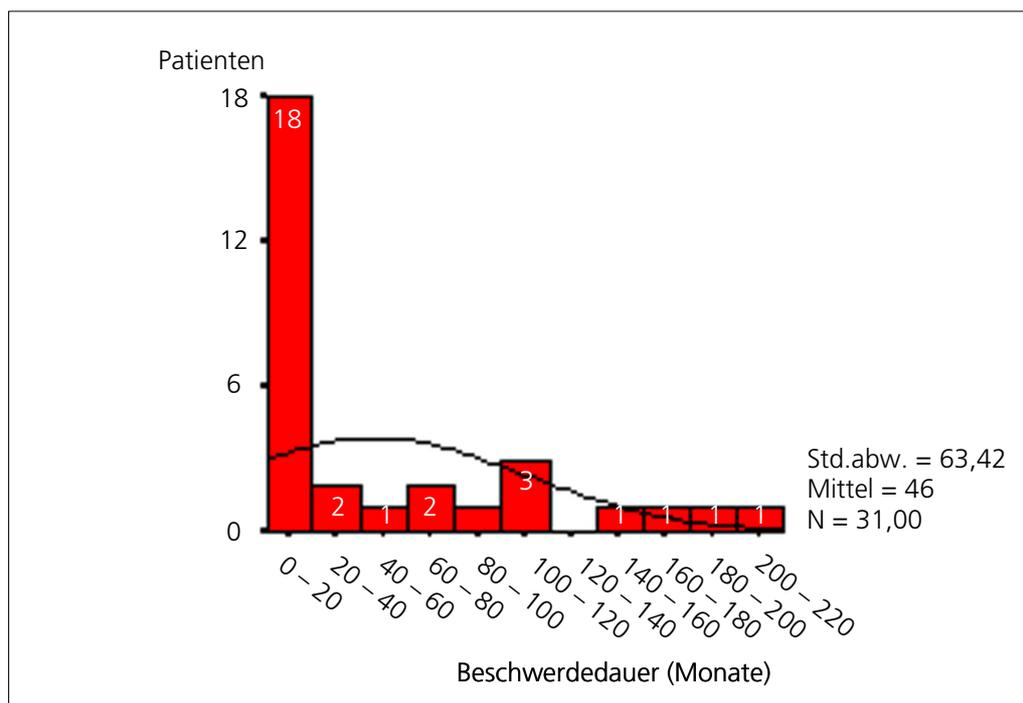


Abbildung 42: Beschwerdedauer nach der Operation

Die Abbildung 43: "Abhängigkeit der Beschwerden nach OP vom Erkrankungsgrad" stellt die Abhängigkeit der postoperativen Beschwerden vom präoperativen Schweregrad des Sulcus-ulnaris-Syndroms dar.

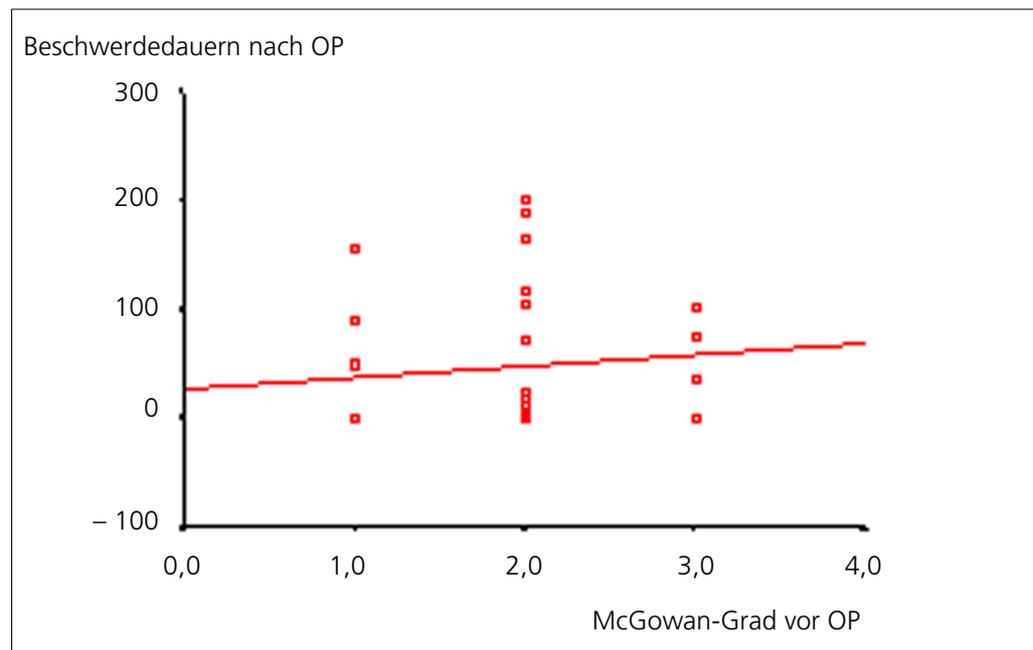


Abbildung 43: Abhängigkeit der Beschwerden nach OP vom Erkrankungsgrad

Der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman ist mit 0,23 nicht signifikant unterschiedlich von 0 ($p = 0,21$), so daß kein Zusammenhang zwischen Erkrankungsgrad und Beschwerdedauer nach OP besteht.

Die Abbildung 44: "Outcome in % bei Einteilung nach McGowan" zeigt, daß bei der Einteilung nach McGowan in 56 % der Fälle eine Verbesserung um ein Grad erreicht wurde, in 22 % der Fälle eine Verbesserung um zwei Grade und bei 1 % eine Verbesserung um drei Grade. Bei 17 % blieb der Schweregrad der gleiche und bei 1 % verschlechterte sich das Sulcus-ulnaris-Syndrom um ein Grad.

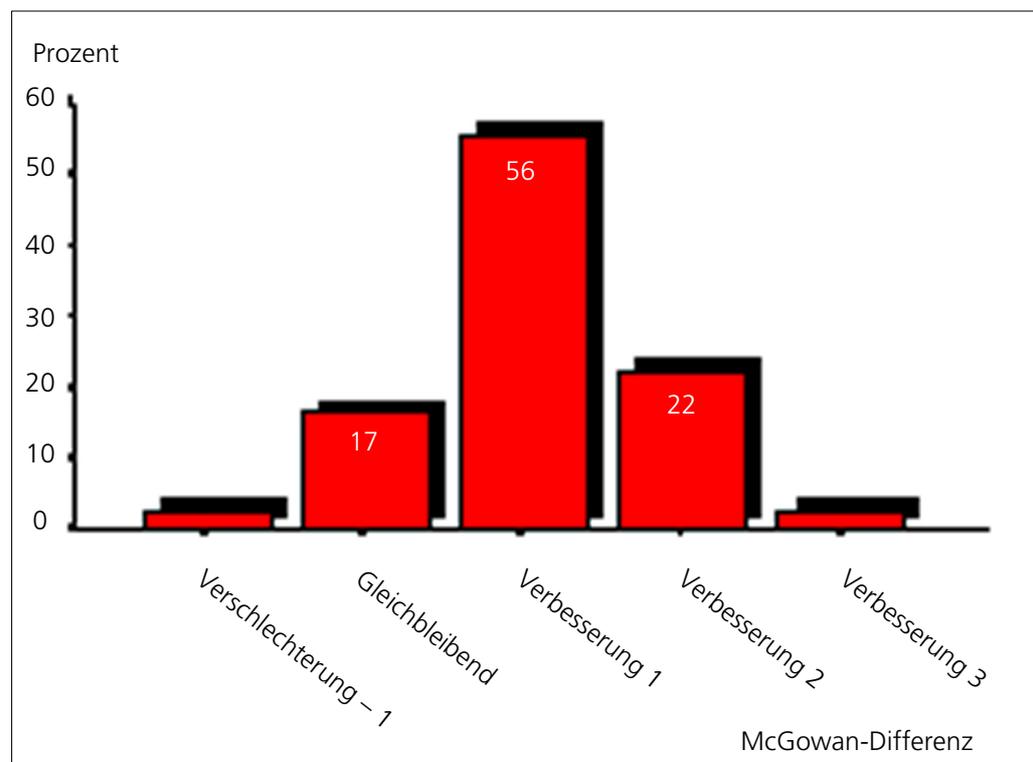


Abbildung 44: Outcome in % bei Einteilung nach McGowan

Nach der eigenen Einteilung kommt es in 19 % der Fälle zur Verbesserung um ein Grad, in 31 % der Fälle zur Verbesserung um zwei Grade, in 25 % zur Verbesserung um drei Grade und in 3 % zur Verbesserung um vier Grade. Bei 17 % kam es zu keiner Veränderung, in 3 % der Fälle zu einer Verschlechterung um ein Grad und bei 3 % zu einer Verschlechterung um zwei Grade.

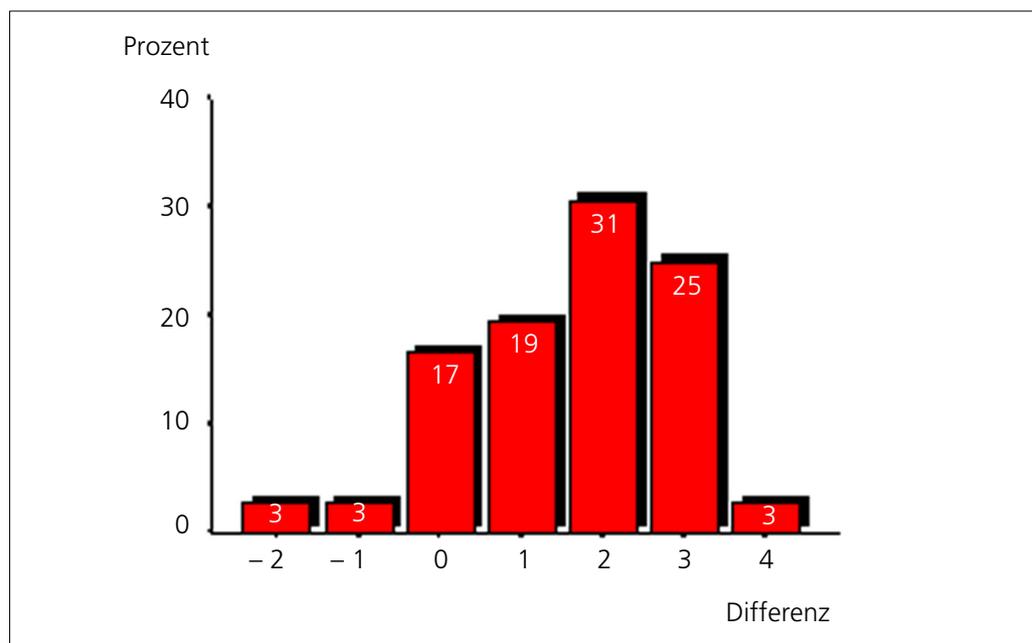


Abbildung 45: Outcome in % nach eigener Einteilung

Nach der subjektiven Einschätzung der Patienten kam es in 86 % der Fälle zu einer Verbesserung, in 11 % wurde weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung der Symptome angegeben und in 3 % der Fälle kam es zu einer Verschlimmerung der Beschwerden.

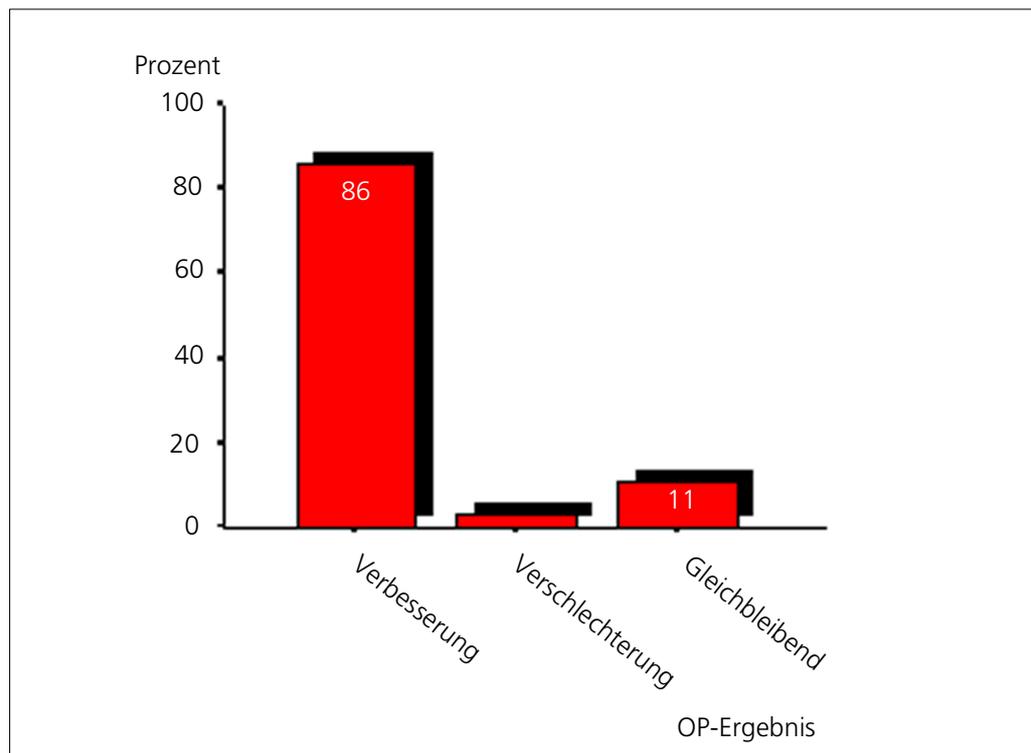


Abbildung 46: Outcome in % – subjektiv

Die folgende Abbildung stellt die postoperative Veränderung der Hypästhesie dar. In 20 Fällen war keine Hypästhesie mehr vorhanden, in sieben Fällen hat sich die betroffene Fläche verkleinert, in drei Fällen zeigte sich keine Veränderung, in einem Fall kam es zur Vergrößerung der betroffenen Fläche und in einem Fall waren keine Angaben vorhanden.

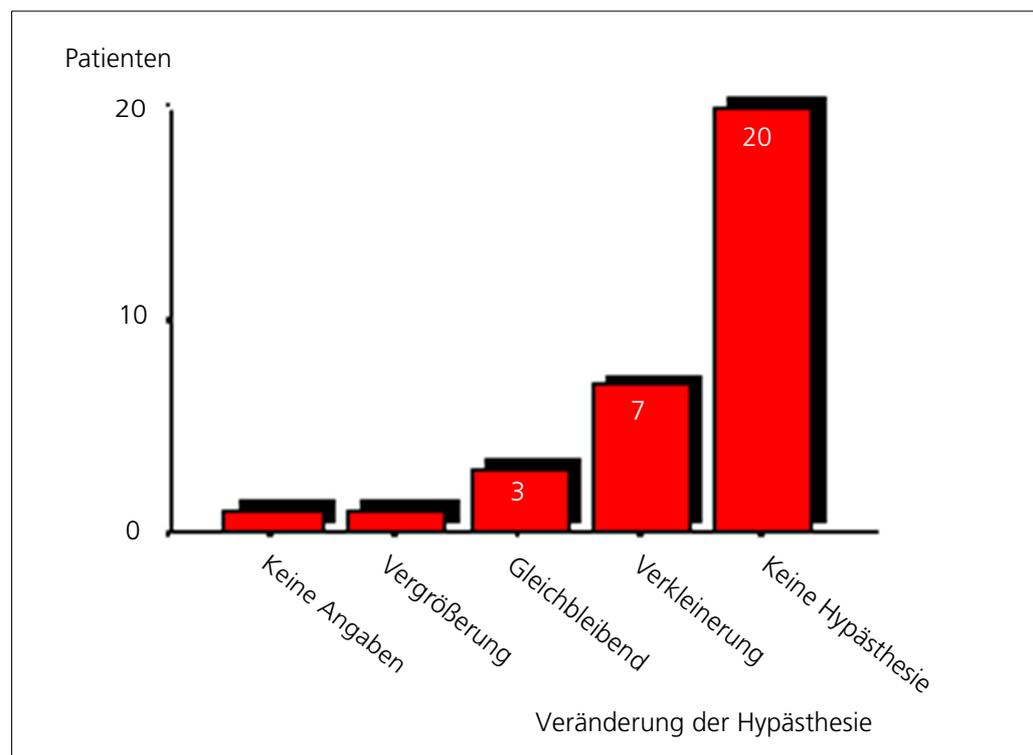


Abbildung 47: Postoperative Veränderung der Hypästhesie

3.2 EINZELFALLBESCHREIBUNGEN

Es wurden vier Patienten befragt, bei denen tiefe Volarverlagerungen durchgeführt wurden. Diese vier Fälle sollen im folgenden einzeln vorgestellt werden.

3.2.1 FALL I: HANS L., ALTER ZUM OPERATIONSZEITPUNKT 47 JAHRE, RECHTSHÄNDER

Die Beschwerden bestanden seit einem Monat auf der linken Seite in Form von einem Schwächegefühl im Hypothenar sowie Kribbelparästhesien und Schmerzen. Es wurden Sehnenverhärtungen am Mittel- und Ringfinger und eine deutliche Atrophie des Hypothenar und der Mm. interossei festgestellt. Die Nervenleitgeschwindigkeit über dem Sulcus war in der Akte nicht vermerkt, im EMG fanden sich positive Wellen und Fibrillationen.

Bei der Operation am 28.09.1982 fanden sich massive Verwachsungen und Granulome, die gelöst bzw. entfernt wurden.

Postoperative Beschwerden waren noch für mehrere Wochen vorhanden, danach bestand bis heute völlige Beschwerdefreiheit.

Die Arbeitsunfähigkeitszeit wurde mit 4 – 6 Wochen angegeben.

Im Anschluß an die Operation wurden krankengymnastische Übungen durchgeführt.

3.2.2 **FALL 2: JOSEF P., ALTER ZUM OPERATIONSZEITPUNKT 53 JAHRE, RECHTSHÄNDER**

Der Patient gab an, im Jahre 1972 eine Ellenbogenfraktur auf der linken Seite erlitten zu haben und daraufhin seien eine geringe Schwäche der Kleinfingerabduktion, Hypästhesien und Parästhesien im Bereich der Hand aufgetreten.

Seit neun Monaten verstärkten sich die Parästhesien im Ulnarisversorgungsgebiet und es traten Schmerzen im Ellenbogenbereich auf.

Die Nervenleitgeschwindigkeit über dem Sulcus war mit 39 m/s vermindert. Im EMG fanden sich bei Willkürinnervation überhöhte und z. T. polyphasische Potentiale und gelichtete Interferenz, jedoch keine pathologische Spontanaktivität.

Bei der Operation am 30.10.1981 fand sich eine erhebliche Kompression im Bereich des Sulcus.

Über die Dauer postoperativer Beschwerden konnte der Patient keine Angaben machen, ebensowenig über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation.

Es bestanden seit der Operation keine Beschwerden mehr. Postoperativ wurde keine Krankengymnastik durchgeführt.

3.2.3 **FALL 3: FRANZ S., ALTER ZUM OPERATIONSZEITPUNKT 47 JAHRE, RECHTSHÄNDER**

Die Beschwerden bestanden seit einem Monat in Form von Schmerzen im Bereich des Sulcus n. ulnaris, verminderter Kraft in der Hand sowie Hypästhesien in den ulnaren Fingern und Hypothenar. Im Röntgenbild fand sich kein Hinweis auf eine alte Fraktur oder andere ossäre Veränderungen.

Die Nervenleitgeschwindigkeit war mit 44 m/s vermindert, EMG-Befunde waren in der Akte nicht vermerkt.

Bei der Operation am 07.10.1980 wurde eine Strangulation des N. ulnaris im distalen Abschnitt des Sulcus durch knöcherner Einengung festgestellt.

Postoperative Beschwerden bestanden für 6 – 8 Wochen, danach bestand bis heute völlige Beschwerdefreiheit.

Die Dauer der postoperativen Arbeitsunfähigkeit konnte der Patient nicht angeben.

Nach der Operation wurden krankengymnastische Übungen durchgeführt.

3.2.4 **FALL 4: ROBERT B., ALTER ZUM OPERATIONSZEITPUNKT 19 JAHRE, RECHTSHÄNDER**

Der Patient erlitt 1979 einen Arbeitsunfall, bei dem eine Aufzugkurbel von der Streckseite her auf den Ellenbogen schlug. Es konnte im Röntgenbild keine Fraktur festgestellt werden. Daraufhin bemerkte der Patient eine zunehmende Schwäche der Handbinnenmuskulatur mit Atrophie, Hypästhesie des kleinen Fingers und eine Druckschmerzhaftigkeit über dem Sulcus. Im weiteren Verlauf verschlimmerten sich die Beschwerden mit deutlicher Atrophie des Hypothenar, des M. adductor pollicis und der Mm. interossei und lumbricales. Es zeigte sich außerdem eine angedeutete Krallenhand und ein positives Fromentsches Zeichen. Das Spreizen und Adduktion der Finger war nur noch eingeschränkt möglich.

Bei der Operation am 17.03.1980 wurde eine massive Verwachsung und Kompression des Nerven im Sulcus festgestellt.

Die Beschwerden verschlechterten sich nach der Operation noch weiter und bestanden bis heute. Der Patient gab Schmerzen im neuen Nervenbett an, die bis in die Handkante ausstrahlten, ebenso Hypästhesien im Ulnarisversorgungsgebiet, Paresen und Atrophien der gesamten ulnarisversorgten Muskulatur.

Postoperativ erfolgten krankengymnastische Übungen.

4 DISKUSSION

Diese Studie wurde im Klinikum rechts der Isar vom April 1999 bis zum Mai 2000 durchgeführt. Bei 29 Patienten mit Sulcus-ulnaris-Syndrom wurde zwischen 1980 und 1997 als Therapie der ersten Wahl eine mikrochirurgische Dekompression des N. ulnaris durchgeführt, bei drei davon beidseitig. Dieses Operationsverfahren wird auch von vielen anderen Autoren (u. a. Chan [8], Davies [10], Lavyne und Bell [18]) beim Sulcus-ulnaris-Syndrom empfohlen, da es einfach durchzuführen ist, keinen Eingriff in die Blutversorgung des Nerven darstellt und nur minimale Komplikationen verursacht. Die Ergebnisse der Dekompression in dieser Studie zeigen, daß dieses Verfahren sehr gute Erfolge vorzuweisen hat.

Bei Einteilung nach McGowan [24] kommt es in 81,25 % der Fälle zur Verbesserung bis hin zur völligen Beschwerdefreiheit, nach der subjektiven Einschätzung der Patienten selbst sogar in 86 % der Fälle. Diese Ergebnisse sind denen anderer Autoren ähnlich. Chan et al. [8] beobachteten eine Verbesserung in 82 % und Leroux et al. [21] in 80 % der Fälle.

Die Schmerzen verschwanden in 61 % der Fälle vollkommen. Die Schmerzen am Ellenbogen reduzierten sich um 61,1 %, die am Unterarm um 88,9 %, an der Handkante um 75 % und die an den ulnaren Fingern um 16,7 %.

In 55 % der Fälle waren postoperativ keine Paresen mehr feststellbar. Die Paresen der Mm. interossei und lumbricales gingen um 44 % zurück, die des M. flexor dig. prof. um 62,5 % und bei den Paresen des M. adductor pollicis und des Hypothenar kam es zu keinen Veränderungen.

In 31 Fällen bestand vor der Operation eine Hypästhesie im Ulnarisversorgungsgebiet. Nach der Operation war in 62,5 % keine Hypästhesie mehr vorhanden, in 31,25 % der Fälle waren nur noch die beiden ulnaren Finger betroffen und in 6,25 % der Fälle die ulnare Handkante und die Finger.

In 16 Fällen waren präoperativ Atrophien der Handmuskulatur festgestellt worden. Postoperativ gingen die Atrophien von 50 % auf 15,6 % zurück.

Schweregrad vor OP	Patientenzahl (%)	Schweregrad nach OP	Patientenzahl (%)
Grad 1	11 (34 %)	Beschwerdefreiheit	8 (25 %)
		Grad 1	2 (6,25 %)
		Grad 2	1 (3,125 %)
Grad 2	16 (50 %)	Beschwerdefreiheit	7 (21,875 %)
		Grad 1	6 (18,75 %)
		Grad 2	3 (9,375 %)
Grad 3	5 (16 %)	Beschwerdefreiheit	1 (3,125 %)
		Grad 1	1 (3,125 %)
		Grad 2	3 (9,375 %)

Tabelle 10: Schweregradverteilung vor und nach OP

Sowohl die Tabelle als auch die statistische Auswertung zeigen, daß sich mit zunehmendem Schweregrad das Ergebnis der Operation verschlechtert. Bei dem präoperativen Schweregrad 3 war postoperativ nur noch in 20 % der Fälle eine Beschwerdefreiheit zu erreichen, wohingegen bei Grad 1 eine völlige Heilung in 73 % der Fälle gelingt. Dies zeigt deutlich, daß die Operation von vielen Patienten bzw. ihren Ärzten zu lange hinausgezögert wird.

Die statistische Auswertung zeigt weiter, daß Faktoren wie Alter, präoperative Beschwerdedauer und Krankengymnastik keinen Einfluß auf das Operationsergebnis hatten. Zu diesem Ergebnis kommen auch andere Autoren wie Davies [10]. In anderen Studie konnte hingegen ein Zusammenhang zwischen präoperativer Beschwerdedauer und Alter und dem Operationsergebnis hergestellt werden, wie z. B. bei Foster und Edshage [12]. Weiter besteht kein Zusammenhang zwischen dominanter Hand und erkrankter

Hand, da die Patienten in den meisten Fällen Rechtshänder waren, das Sulcus ulnaris-Syndrom sich aber fast gleichmäßig auf die beiden Arme verteilt. Es handelt sich bei dem Patientenkollektiv vorwiegend um Männer, die Seite des Sulcus-ulnaris-Syndroms verteilt sich gleichmäßig auf den linken und den rechten Arm und die Ätiologie ist in den meisten Fällen unklar. In vielen Fällen findet sich intraoperativ eine hochgradige Kompression des Nerven beim Eintritt unter der Aponeurose zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris mit retrograder Verdickung, manchmal auch eine Einengung im Sulcus selbst. In den seltensten Fällen findet sich eine konkrete Ursache, wie zum Beispiel ein Ganglion oder ossäre Veränderungen nach einer Fraktur. In der Literatur wird häufig eine Luxation des Nerven als Ursache angegeben. Bei der gesunden Bevölkerung besteht in 4,3 % (Mumenthaler/Schliack [25]) bis zu 16,2 % (Davies [10]) der Fälle eine asymptomatische Luxation des N. ulnaris. Die Luxation ist jedoch in manchen Fällen "später ein wichtiges pathogenetisches Moment für das Zustandekommen von Ulnaris-symptomen"¹. In den 32 Fällen dieser Studie konnte bei keinem Patienten eine Luxation des N. ulnaris am Ellenbogen beobachtet werden.

Durch den teilweise sehr langen Zeitraum von 2 – 19 Jahren, der zwischen der Operation und der Befragung vergangen ist, ist ein Vergleich oft schwierig. Nach der Operation zeigte sich zwar häufig eine Verbesserung, dennoch traten die Beschwerden oft nach Jahren wieder auf. Außerdem wurde der Vergleich durch die häufig unvollständige Dokumentation in den älteren Akten erschwert.

Der mündlich am Telefon zu beantwortende Fragebogen wurde gewählt, weil den Patienten eine Einbestellung mit Nachuntersuchung und EMG nicht zugemutet werden konnte. In den meisten Fällen wohnen die Patienten weiter vom Klinikum entfernt. Außerdem handelt es sich beim EMG um

1. Mumenthaler M, Schliack H: Läsionen peripherer Nerven. 6. Auflage. Thieme Stuttgart 1993: Seite 270

eine relativ unangenehme Untersuchung. Bei einer schriftlichen Befragung, wie auch bei einer Einbestellung der Patienten, sind die Rücklaufquoten mit ca. 50 % [17] sehr niedrig. Da nur 29 Patienten auffindig gemacht werden konnten, wären die Patientenzahlen für eine statistische Auswertung zu niedrig gewesen.

Seit die verschiedenen Operationsmethoden für das Sulcus-ulnaris-Syndrom eingeführt wurden, gab es Diskussionen über die ideale Operationsmethode, die trotz zahlreich durchgeführter Studien ([4], [5], [6], [7], [8], [16], [23]) nicht gefunden wurde. Grund dafür sind die unterschiedlichen Entstehungsursachen. Daher sollte je nach Ursache des Sulcus-ulnaris-Syndroms die geeignetste Methode gewählt werden. Aus dieser Studie und der dafür benutzten Literatur geht hervor, daß es im Grunde zwei Methoden gibt, zwischen denen man wählen kann: Die mikrochirurgische Dekompression und die tiefe Volarverlagerung.

Die tiefe Volarverlagerung wurde im Klinikum rechts der Isar vor 1983 durchgeführt, von denen vier Einzelfälle aufgeführt sind. Aufgrund dieser geringen Fallzahl war ein statistisch aussagekräftiger Vergleich zwischen Dekompression und tiefer Volarverlagerung nicht möglich.

Aus der Literatur (z. B. Barrios [4], Bimmler [6], Chan et al. [8], Macnicol [23]) geht hervor, daß die tiefe Volarverlagerung als Methode der Wahl angesehen werden kann, wenn eine Veränderung des umliegenden Gewebes oder der Knochens besteht, z. B. nach Fraktur, bei Arthrose oder wenn eine Luxation des N. ulnaris vorliegt. Für den Fall, daß keine solche Veränderung festgestellt werden kann, sollte diese aufwendige und mit Komplikationen behaftete Methode nicht gewählt und statt dessen eine einfache Dekompression durchgeführt werden. Als postoperative Komplikationen der anterioren Verlagerung finden sich bei Davies et al. [10] eine Ischämie des Nerven, eine Abknickung des Nerven bei unzureichender Mobilisierung und eine erneute Einengung durch Entstehung einer Fibrose im

neuen Nervenbett. Bartels et al. [5] beobachteten postoperativ Hämatome, tiefe Wundinfektionen, schmerzende Narben, eine Neuralgie des cutaneus antebrachii, Extensionshemmungen und eine Ruptur des Flexorenansatzes. Manche Autoren bezweifeln den Nutzen der Dekompression, wie z. B. Höllerhage [16].

Die tiefe Volarverlagerung wird von manchen Autoren wie Amadio [2], Macnicol [23] und Leffert [20] bevorzugt.

Andere wiederum sehen die Dekompression als optimale Methode an, wie Härtel und Ruprecht [15], Nathan et al. [27] und Wilson [33].

Macnicol [23] bezeichnet den Vergleich von Dekompression und tiefer Volarverlagerung als problematisch, da die tiefe Volarverlagerung für die schwierigeren Fälle reserviert sei und dadurch die guten Ergebnisse der Dekompression zustande kämen.

Die Langzeitergebnisse dieser Studie sind davon unbeeinflusst, da seit 1984 ausschließlich Dekompressionen durchgeführt wurden, unabhängig vom Schweregrad der Erkrankung.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Insgesamt ergab sich nach der Operation sowohl nach der McGowan-Einteilung [24] als auch nach der eigenen Einteilung eine signifikante Verbesserung. In 50 % der Fälle bestand absolute Beschwerdefreiheit und in 31,25 % der Fälle kam es zu einer deutlichen Beschwerdebesserung.

Zusammenhänge zwischen dominanter und erkrankter Hand, dem Alter der Patienten zum Operationszeitpunkt und dem postoperativen Ergebnis, der Beschwerdedauer vor der Operation und dem postoperativen Ergebnis sowie dem Schweregrad der Erkrankung vor der Operation und der postoperativen Beschwerdedauer ließen sich nicht nachweisen.

Zwischen dem Schweregrad der Erkrankung vor der Operation und dem Operationsergebnis besteht ein signifikanter Zusammenhang.

Die Dekompression ist nach der klinischen und elektrophysiologischen Diagnose des Sulcus-ulnaris-Syndroms als Operationsmethode der Wahl anzusehen. Nur bei pathologischen Veränderungen des Sulcus n. ulnaris und der umliegenden Weichteilgewebe sollte eine anteriore submuskuläre Verlagerung in Erwägung gezogen werden.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen auch deutlich, daß es sinnvoll ist, das Sulcus-ulnaris-Syndrom so früh wie möglich zu operieren, da die Ergebnisse mit fortschreitendem Schweregrad schlechter werden.

FRAGEBOGEN ZUR ERFASSUNG DER OPERATIONSERGEB- NISSE BEIM SULCUS-ULNARIS-SYNDROM

1. Name:

2. Vorname:

3. Alter:

4. Sulcus ulnaris-Syndrom:

Rechts

Links

5. Operationsdatum:

6. Alter zu diesem Zeitpunkt:

7. Operationsart:

8. Wichtige präoperative Befunde:

- Dauer der Beschwerden in Monate:

- Ursache der Beschwerden:

- Nervenleitgeschwindigkeit:

- EMG-Befund:

- Schmerzen:

- Paresen:

- Hypästhesie:

- Muskelatrophie:

9. Sind Sie Linkshänder oder Rechtshänder ?

10. Sind Sie am betroffenen Ellenbogen nochmals operiert worden?

- Nein

- Ja:

11. Wie lange hatten Sie nach der Operation noch Beschwerden?

12. Wie lange waren Sie arbeitsunfähig?

13. Haben Sie nach der Operation Krankengymnastik gemacht?

Nein

Ja

14. Haben Sie heute noch Beschwerden?

Nein

Ja

• Haben Sie Schmerzen?

Nein

Ja:

Wo? _____

• Strahlen die Schmerzen irgendwohin aus?

Nein

Ja:

- Haben Sie Gefühlsstörungen an der Hand?

- Nein
 - Ja, wo?
-

- Bemerken Sie eine Schwäche der Handmuskulatur ...

- beim Faustschluß?

- Normal
- Geschwächt
- Nicht möglich

- beim Abspreizen des kleinen Fingers?

- Normal
- Geschwächt
- Nicht möglich

- beim Heranziehen des kleinen Fingers zum Ringfinger?

- Normal
- Geschwächt
- Nicht möglich

- bei der Beugung des Endgliedes des kleinen Fingers?
 - Normal
 - Geschwächt
 - Nicht möglich

- Bemerken Sie eine Schwäche beim Schnippen des Zeigefingers der betroffenen Hand gegen die Handfläche der anderen Hand?
 - Nein
 - Ja

- Können sie ein Stück Papier zwischen gestrecktem Daumen und Zeigefinger festhalten?
 - Nein
 - Ja

- Wird die Muskulatur an Ihrer Hand weniger?
 - Nein
 - Ja:
 - Zwischen Daumen und Zeigefinger
 - Am Kleinfingerballen

-
- Beobachten Sie folgende Lähmungserscheinungen an Ihrer Hand:
- Sind die Langfinger in den Grundgelenken gestreckt und in den Fingergelenken leicht gebeugt?
 - Ist der Daumen im Grundgelenk überstreckt?
 - Sind sie zur Zeit wegen dieser Beschwerden in Behandlung?
 - Nein
 - Ja:
-

15. Wie schätzen Sie selbst das Operationsergebnis ein?
- Verbesserung
 - Verschlechterung
 - Keine Veränderung

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

%	Prozent
/s	Pro Sekunde
A.	Arteria
Aa.	Arteriae
alt.	alteres
AlterOP	Alter zum Zeitpunkt der Operation
BDAUERH	Beschwerdedauer nach der Operation
BDAUERV	Beschwerdedauer vor der Operation
bzw.	beziehungsweise
C8	Achtes zervicales spinale Segment
cm	Zentimeter
dig.	digitorum
Dist.	Distal
EINTEIL_H	Einteilung nach der Operation
EINTEIL_V	Einteilung vor der Operation
EMG	Elektromyographie
HAEND	Dominante Hand
i. d. R.	in der Regel
korr.	Korrigiert
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
MCGOWAND	McGowan-Differenz
MCGOWANH	McGowaneinteilung nach der Operation
MCGOWANV	McGowaneinteilung vor der Operation
mind.	Mindestens
Mittel.	Mittelwert
Mm.	Musculi
mmHg	Milimeter Quecksilbersäule

ms	Millisekunden
m/s	Meter pro Sekunde
N	Anzahl der Patienten
N.	Nervus
NLG	Nervenleitgeschwindigkeit
Nn.	Nervi
OP	Operation
Prox.	Proximal
R.	Ramus
Rr.	Rami
SD	Standardabweichung
sog.	Sogenannt
Std.abw.	Standardabweichung
SUS	Sulcus ulnaris-Syndrom
Th1	Erstes thorakales spinale Segment
v. a.	Vor allem
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

TABELLENVERZEICHNIS

Normalwerte der maximalen motorischen Leitungsgeschwindigkeit . . .	16
Normalwerte der maximalen sensiblen Leitungsgeschwindigkeit (orthodrom)	17
Normalwerte der motorischen Latenzzeiten	17
Erfolg der Interviewaktion	31
Gradzahlen nach McGowan	33
Eigene Einteilung	34
Deskriptive Statistiken (MCGOWANV, MCGOWANH)	53
Deskriptive Statistiken (EINTEI_V, EINTEI_H)	56
Deskriptive Statistiken (MCGOWAND, KG)	61
Schweregradverteilung vor und nach OP	78

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anatomie des N. ulnaris	7
Abbildung 2: Krallenhand	9
Abbildung 3: Sensibles Versorgungsgebiet dorsal und palmar	10
Abbildung 4: Fromentsches Zeichen	12
Abbildung 5: Signe de la chiquenaude	12
Abbildung 6: Funktionsprüfung Mm. interossei	13
Abbildung 7: Funktionsprüfung M. flexor carpi ulnaris	14
Abbildung 8: Funktionsprüfung Mm. interossei	14
Abbildung 9: Funktionsprüfung M. flexor dig. profundus	15
Abbildung 10: Geschlechtsverteilung	30
Abbildung 11: Erkrankter Arm	31
Abbildung 12: Follow up	37
Abbildung 13: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation	38
Abbildung 14: Arbeitsunfähigkeit	39
Abbildung 15: Postoperative Krankengymnastik	40
Abbildung 16: Ursache der Beschwerden	41
Abbildung 17: Beschwerdendauer vor der Operation	42
Abbildung 18: Schmerzlokalisierung vor OP	43
Abbildung 19: Schmerzlokalisierung nach OP	44
Abbildung 20: Paresen vor OP	45
Abbildung 21: Paresen nach OP	46

Abbildung 22: Verteilung der Hypästhesie vor OP	47
Abbildung 23: Verteilung der Hypästhesie nach OP	48
Abbildung 24: Atrophie vor der Operation	49
Abbildung 25: Atrophie nach der Operation	50
Abbildung 26: McGowan-Verteilung vor OP	51
Abbildung 27: McGowan-Verteilung nach OP	52
Abbildung 28: Vergleich der McGowan-Einteilung vor und nach OP . . .	53
Abbildung 29: Einteilung vor der Operation	54
Abbildung 30: Einteilung nach der Operation	55
Abbildung 31: Vergleich der Einteilung vor und nach OP	56
Abbildung 32: Erkrankter Arm	57
Abbildung 33: Dominante Hand	58
Abbildung 34: Zusammenhang zwischen dominanter Hand und erkrankter Hand	59
Abbildung 35: Postoperative Krankengymnastik	60
Abbildung 36: Zusammenhang zwischen Grad der Verbesserung und Kran- kengymnastik	61
Abbildung 37: Durchschnittsalter bei Frauen und Männern	62
Abbildung 38: Abhängigkeit des postoperativen Ergebnisses vom Alter .	63
Abbildung 39: Abhängigkeit der Verbesserung vom Schweregrad der Er- krankung	64
Abbildung 40: Beschwerdedauer vor der Operation	65
Abbildung 41: Abhängigkeit der Gradverbesserung nach OP von der Be- schwerdedauer	66

Abbildung 42: Beschwerdedauer nach der Operation	67
Abbildung 43: Abhängigkeit der Beschwerden nach OP vom Erkrankungs- grad	68
Abbildung 44: Outcome in % bei Einteilung nach McGowan	69
Abbildung 45: Outcome in % nach eigener Einteilung	70
Abbildung 46: Outcome in % – subjektiv	71
Abbildung 47: Postoperative Veränderung der Hypästhesie	72

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Alvine FG, Schurrer ME: Postoperative ulnar-nerve palsy. *J Bone Joint Surg (Am)* 69: 255 – 259, 1987
- [2] Amadio PC: Anatomical basis for a technique of ulnar nerve transposition. *SRA* 8: 155 – 161, 1986
- [3] Babcock WW: Nerve disassociation: A new method for the surgical relief of certain painful or paralytic affections of nerve trunks. *Ann Surg* 46: 686 – 693, 1907
- [4] Barrios C, Ganoza C, de Pablos J, Canadell J: Posttraumatic Ulnar Neuropathy versus Non-traumatic Cubital Tunnel Syndrome: Clinical Features and Response to Surgery. *Acta Neurochir (Wien)* 110: 44 – 48, 1991
- [5] Bartels RH, Menovsky T, Van Overbeeke JJ, Verhagen WI: Surgical management of ulnar nerve compression at the elbow: an analysis of the literature. *J Neurosurg* 89(5): 722 – 727, 1998
- [6] Bimmler D, Meyer VE: Surgical treatment of the ulnar nerve entrapment neuropathy: submuscular anterior transposition or simple decompression of the ulnar nerve? Long-term results in 79 cases. *Ann Chir Main Memb Super* 15(3): 148 – 157, 1996
- [7] Brantschen R, Kupfer K: Long-term results after neurolysis and palmar transposition of the ulnar nerve. *Chirurg* 62: 314 – 316, 1991
- [8] Chan RC, Paine KWE, Varughese G: Ulnar neuropathy at the elbow: Comparison of simple decompression and anterior transposition. *Neurosurgery* 7: 545 – 550, 1980

-
- [9] Craven PR, Green DP: Cubital Tunnel Syndrome: Treatment by medial epicondylectomie. J Bone Joint Surg (Am) 62: 986 – 989, 1980
- [10] Davies MA, Vonau M, Blum PW, Kwok BCT, Matheson JM, et al.: Results of ulnar neuropathy at the elbow treated by decompression or anterior transposition.
- [11] Feindel W, Stratford J: The role of the cubital tunnel in tardy ulnar palsy. Can J Surg 1: 287 – 300, 1958
- [12] Foster RJ, Edshage S: Factors related to outcome of surgically managed compressive ulnar neuropathy at the elbow level. J Hand Surg (Am) 6: 181 – 192, 1981
- [13] Froimson AI, AnouchiYS, Seitz WH, Winsberg DD: Ulnar nerve decompression with medial epicondylectomy for neuropathy at the elbow. Clin Orthop 265: 200 – 206, 1991
- [14] Glowacki KA, Weiss APC: Anterior submuscular transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome. J Shoulder Elbow Surg 6: 89 – 96, 1997
- [15] Härtel P, Ruprecht EO: Die chirurgische Behandlung des Sulcus-ulnaris-Syndroms. MMW 47: 1580 – 1582, 1971
- [16] Höllerhage HG, Stolke D: Ergebnisse der volaren Transposition des Nervus ulnaris bei Sulcus-ulnaris-Syndrom. Neurochirurgia 28: 64 – 67, 1985
J Neurol Neurosurg Psychiatry 50: 252 – 258, 1987
- [17] Klapos, Hannes: Bewertungsvereinfachungsverfahren im Vorratsvermögen: Diplomarbeit Fachhochschule Rosenheim 1995, Seite 125

- [18] Lavayne MH, Bell WO: Simple decompression and occasional microsurgical epineurolysis under local anaesthetic as treatment for ulnar neuropathy at the elbow. *Neurosurgery* 11: 6 – 11, 1982
- [19] Learmonth JR: A technique for transplanting the ulnar nerve. *Surg Gynecol Obstet* 75: 792 – 793, 1942
- [20] Leffert RD: Anterior submuscular transposition of the ulnar nerves by the Learmonth technique. *J Hand Surg* 7: 147 – 155, 1982
- [21] Leroux PD, Ensign TD, Burchiel KJ: Surgical decompression without transposition for ulnar neuropathy: factors determining outcome. *Neurosurgery* 27: 709 – 714, 1990
- [22] Lugnegard H, Juhlin L, Nilsson B: Ulnar neuropathy at the elbow treated with decompression. *Scand J Plast Reconstr Surg* 16: 195 – 200
- [23] Macnicol MF: The results of operation for ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg (Br)* 61: 159 – 164, 1979
- [24] McGowan AJ: The results of transposition of the ulnar nerve in traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg (Br)* 32: 293 – 301, 1950
- [25] Mumenthaler M, Schlaack H: *Läsionen peripherer Nerven*. 6. Auflage. Thieme Stuttgart 1993
- [26] Mumenthaler M: *Die Ulnarispareesen*. Thieme, Stuttgart, 1961
- [27] Nathan PA, Myers LD, Keniston RC, Meadows KD: Simple decompression of the ulnar nerve: an alternative to anterior transposition. *J Hand Surg (Br)* 17: 251 – 254, 1992
- [28] Norkus SA, Meyers MC: Ulnar Neuropathy of the Elbow. *Sports Med* 17(3): 189 – 199, 1994

- [29] Osborne G: Compression neuritis of the ulnar nerve at the elbow. The Hand 2: 10 – 13, 1969
- [30] Osborne G.V.: The surgical treatment of tardy ulnar neuritis. J Bone Jint Surg 39B: 782, 1957
- [31] Richmond JC, Southmayd WW: Superficial anterior transposition of the ulnar nerve at the elbow for ulnar neuritis. Clin Orthop 164: 42 –44, 1992
- [32] Stöhr M, Riffel B: Neven- und Nervenwurzelläsionen. 1. Auflage. VCH Verlagsgesellschaft 1988
- [33] Wilson DH, Krout R: Surgery of ulnar neuropathy at the elbow: 16 cases treated by simple decompression. J Neurosurg 38: 780 – 785, 1973

DANKVERMERK

Mein besonderer Dank gilt Frau Univ.-Prof. Dr. med. A.-E. Trappe und Herrn Dr. med. A. M. Frank für die Ermöglichung dieser Arbeit und die Unterstützung bei deren Planung, Durchführung und Erstellung.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Frau Raymonde Busch vom Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials und bei Herrn Dominic Diers für die Beratung beim Layout.

Desweiteren gilt mein Dank allen Patienten, die sich bereitwillig für das Interview zur Verfügung gestellt haben und damit diese Arbeit ermöglicht haben.

Auch für die Unterstützung und Geduld meiner Eltern, Großeltern und meines Mannes während der letzten Jahre möchte ich mich auf diesem Wege herzlich bedanken.