

Aus der  
Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik  
Klinik für Hand-, Plastische-, Rekonstruktive- und  
Verbrennungschirurgie an der Universität Tübingen

**Operative Therapie der Rhizarthrose  
Prospektive Vergleichsanalyse der klassischen  
Resektionsarthroplastik nach Epping, der modifizierten  
Resektionsarthroplastik nach Epping und der Technik  
nach Wulle**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von  
Wießmeier, Maximilian Friedrich Helmut**

**2025**

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Professor Dr. P. Jaminet

2. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. M. Rollmann

Tag der Disputation: 19.03.2025

This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0 license:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einleitung	6
1.1 Grundlagen	6
1.1.1 Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenks	6
1.1.2 Rhizarthrose	14
1.2 Fragestellung	25
2 Material und Methoden	26
2.1 Studienaufbau	26
2.2 Patientenkollektiv	26
2.3 Klinische Untersuchung	26
2.3.1 Personenbezogene Daten	27
2.3.2 Schmerzbeurteilung	27
2.3.3 Bewegung	27
2.3.4 Kraft	29
2.3.5 Subjektive Beurteilung – DASH	31
2.4 Operationstechniken	32
2.4.1 Gruppe 1: Resektions-Suspensions-Arthroplastik nach Epping	33
2.4.2 Gruppe 2: Abductor pollicis longus-Plastik nach Wulle	35
2.4.3 Gruppe 3: modifizierte Eppingplastik Resektionsarthroplastik nach Epping	36
2.5 Auswertung	37
3 Ergebnisse	39
3.1 Patientenkollektiv	39
3.2 Operationsdauer	40
3.3 DASH	42
3.4 Pinch	48

3.5	Jamar	53
3.6	Schmerz: Numerische Rating Skala	56
3.7	Winkel MHK I/II	58
3.8	Kapandji score	61
3.9	Korrelationen	63
4	Diskussion	65
4.1	Operationsdauer	66
4.2	DASH	66
4.3	Kraft: Pinch und Jamar	67
4.4	Schmerz	68
4.5	Beweglichkeit: Winkel MHK I/II und Kapandji-Score	69
4.6	Fehleranalyse und Ausblick auf mögliche weitere Studiendesigns	70
4.7	Schlussfolgerung	71
5	Zusammenfassung	73
	Literaturverzeichnis:	75
6	Erklärung zum Eigenanteil	79
7	Danksagung	80
8	Anhang	83

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gelenkflächen [12] und Knochen [13] des Daumensattelgelenks ..7	
Abbildung 2: Bandstrukturen des Daumensattelgelenks [13].....9	
Abbildung 3: Zugrichtungen der Daumenmuskeln am Sattelgelenk [4]..... 11	
Abbildung 4: a) Stellungen des Daumens b) Bahnkugel..... 13	
Abbildung 5: Spannungsoptische Untersuchungen am CMC-I-Gelenk..... 14	
Abbildung 6: Stadien der Rhizarthrose nach Eaton und Littler..... 17	
Abbildung 7: Schema FCR-Bandplastik [1] .....21	
Abbildung 8: Kapandji Index.....28	
Abbildung 9: Greifformen der Hand.....29	
Abbildung 10: Jamar-Dynamometer.....30	
Abbildung 11: Pinch-Gauge-Dynamometer.....31	
Abbildung 12: Formel zur Berechnung des DASH-Scores [49].....32	
Abbildung 13: Resektions-Suspensions-Arthroplastik nach Epping.....34	
Abbildung 14: Teilen und Resezieren des Os Trapezium und Hervorluxieren der nun sichtbaren FCR-Sehne [45].....34	
Abbildung 15: Spalten der FCR-Sehne und Darstellung der Richtung des Bohrkanals von der Basis MHK I auf die Basis des MHK II zielend [45].....35	
Abbildung 16: Schematische Darstellung der Abductor pollicis longus-Plastik nach Wulle (modifiziert nach [52]) .....36	
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Sehnenaufhängung nach Epping mit Interposition [52] .....37	
Abbildung 18: Altersverteilung bei OP in Jahren.....39	
Abbildung 19: Verteilung der Operationsdauer .....41	
Abbildung 20: Verteilung der Ergebniss Post OP – DASH.....44	
Abbildung 21: Verteilung der Kraftmessung Pinch – Post OP..... 50	
Abbildung 22: Verteilung der Kraftmessung Pinch – Prä OP .....51	
Abbildung 23: Verteilung Differenzen der NRS beim Schlüsselgriff .....57	
Abbildung 24: Verteilung - Differenzen des MHK-I/II-Winkels .....59	
Abbildung 25: Verteilung der Ergebnisse – Kapandji .....63	

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Verteilung der Operationsdauer.....	41
Tabelle 2: Liste der sortierten Differenzen – OP-Zeit .....	42
Tabelle 3: Verteilung der Ergebnisse - DASH .....	43
Tabelle 4: Liste der sortierten Differenzen Post OP - DASH .....	44
Tabelle 5: Übersicht der Analyse des DASH-Bogen .....	45
Tabelle 6: Parameterschätzer DASH .....	45
Tabelle 7: Test für feste Effekte DASH.....	46
Tabelle 8: Kleinste Quadrate Gruppe*Zeitpunkt DASH.....	47
Tabelle 9: REML-Varianzkomponentenschätzer DASH.....	47
Tabelle 10: Signifikanz Gruppe 2 und 3 reine Datentestung.....	48
Tabelle 11: Verteilung der Ergebnisse - Pinch .....	49
Tabelle 12: Liste der sortierten Differenzen Post OP – Pinch .....	50
Tabelle 13: Übersicht der Analyse Pinch.....	51
Tabelle 14: Kleinste Quadrate Gruppe*Zeitpunkt Pinch.....	52
Tabelle 15: REML-Varianzkomponentenschätzer Pinch .....	53
Tabelle 16: Verteilung der Ergebnisse – Jamar .....	54
Tabelle 17: p-Werte Jamar-Mittelwerte .....	55
Tabelle 18: Bestimmtheitsmaß und Residuen – Jamar.....	55
Tabelle 19: Verteilung der Differenzen – NRS .....	56
Tabelle 20: p-Werte – NRS .....	58
Tabelle 21: Verteilung der Ergebnisse – Winkel MHK I/II.....	58
Tabelle 22: LSD-Schwellenmatrix - Differenzen des MHK-I/II-Winkel.....	60
Tabelle 23: Liste der sortierten Differenzen - MHK-I/II-Winkel .....	61
Tabelle 24: Verteilung der Ergebnisse - Kapandji-Score.....	61
Tabelle 25: Entwicklung der Ergebnisse – Kapandji score.....	62

## Abkürzungsverzeichnis

A.:	Arteria
ANOVA:	Analysis of variance, Varianzanalyse
APL:	Musculus abductor pollicis longus
CMC-I:	Articulatio carpometacarpale I; Daumensattelgelenk
DASH:	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand
Diff.:	Differenz
DSG:	Daumensattelgelenk
DIP:	distales Interphalangealgelenk
ECRL:	Musculus extensor carpi radialis longus
EPB:	Musculus extensor pollicis brevis
EPL:	Musculus extensor pollicis longus
FCR:	Musculus flexor carpi radialis
Ggü.:	gegenüber
IFSSH:	International Federation of Societies for Surgery of the Hand
IP:	Interphalangealgelenk
Lig.:	Ligamentum
Ligg.:	Ligamenta
M.:	Musculus
MCID:	Minimal Clinically Important Difference
MCP:	Metacarpo-Phalangeal-Gelenk
Mm.:	Musculi

MHK:	Mittelhandknochen
N.:	Nervus
NRS:	Numerische Rating-Skala
NSAR:	Nichtsteroidale Antirheumatika
PL:	Musculus palmaris longus
PIP:	proximales Interphalangealgelenk
R.:	Ramus
Ret.:	Retinaculum
Std.:	Standard
VAS:	Visuelle Analog Skala

# 1 Einleitung

Der opponierbare menschliche Daumen ist, ggü. anderen Primaten, die den Daumen lediglich adduzieren können, ein großer evolutionärer Fortschritt. Der Daumen ist der erste und stärkste Finger und hat eine spezielle Bewegungsfreiheit. Durch die Opposition kann die Faust geschlossen und eine Greifbewegung ausgeführt werden [3]. Insgesamt ist durch den Daumen eine wichtige Kombination aus grob- und feinmotorischem Greifen mit der Hand möglich [4].

## 1.1 Grundlagen

Diese komplexen Bewegungen werden durch das Daumensattelgelenk mit neun eigenen Muskeln mit unterschiedlichsten Funktionen ermöglicht. Unterstützend wirken das Metacarpophalangealgelenk und, im Gegensatz zu den anderen Fingern, ein Interphalangealgelenk.

Im Folgenden werden die Grundlagen der Anatomie und der Arthrose im Daumensattelgelenk beschrieben.

### **1.1.1 Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenks**

Die Articulatio carpometacarpale I wird zumeist als Sattelgelenk beschrieben, wodurch der Name Daumensattelgelenk entstanden ist. In diesem Gelenk wird unter anderem wie oben beschrieben die Oppositionsbewegung des Daumens durchgeführt. Dafür ist eine spezielle Konfiguration aus Knochen, Bändern und Muskeln nötig.

#### 1.1.1.1 Knochen, Gelenkflächen und -achsen

Im Daumensattelgelenk artikulieren das Os trapezium und das Os metacarpale I. Die Gelenkfläche des Os trapezium verläuft konvex von dorsal nach palmar und konkav von radial nach ulnar [5] und ist sattelförmig [6]. Die Gelenkfläche der

Basis des Os metacarpale I ist gegensätzlich gekrümmt. Die ineinander greifenden Gelenkflächen sind jedoch nur bei der Hälfte der von Schmidt und Geissler untersuchten Fälle kongruent [7]. Bei der anderen Hälfte ist die Gelenkfläche am Os trapezium schmaler und schwächer gekrümmt und artikuliert mit einer breiten stärker gekrümmten Basis des Os metacarpale I [7-9]. Bei Frauen sind diese Flächen insgesamt flacher und inkongruenter als bei Männern [10].

Die Form und Position der Gelenkflächen gibt die Richtung der Gelenkachsen vor [11]. In Neutralstellung steht das Os metacarpale I in der Achse des Os trapezium und bildet mit dem Os metacarpale II einen 30 Grad Winkel [5]. Die Extensions-Flexions-Achse verläuft durch das Os trapezium, die Achse der Abduktion und Adduktion dagegen durch die Basis des Os metacarpale I [11]. Kaufmann beschreibt 2005 [12], dass diese Achsen im Winkel von 90 Grad aufeinander projiziert sind.

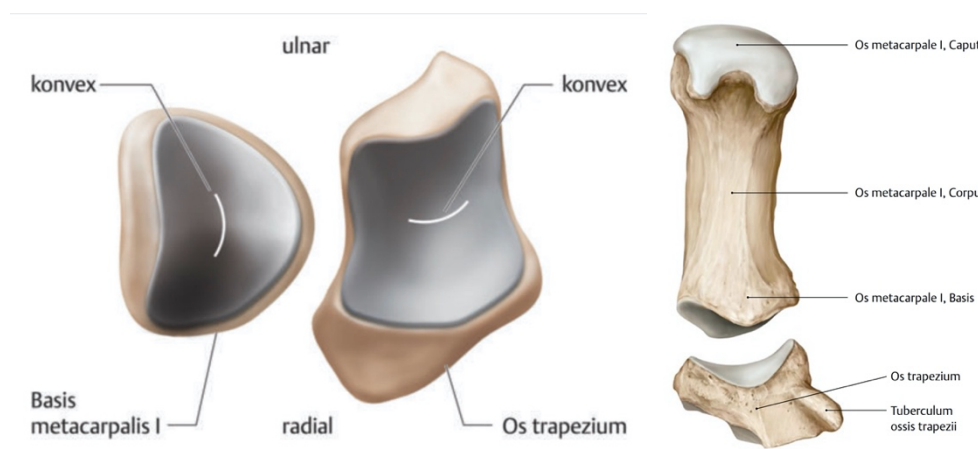


Abbildung 1: Gelenkflächen [13] und Knochen [14] des Daumensattelgelenks

© Thieme

### 1.1.1.2 Bandapparat und Kapsel

Die Gelenkkapsel ist, der Beweglichkeit des Gelenks angepasst, sehr weit und schlaff. Somit sind einige Bänder zur Führung und Stabilisierung des Gelenks nötig [5]. Das erklärt die hohe Beweglichkeit bei vergleichsweise geringer Stabilität des Gelenks. Insgesamt sind 16 Bänder an der Stabilität im

Daumensattelgelenk beteiligt [15]. In jeder Position ist mindestens eins der Bänder unter Spannung [16]. Neben den direkten Bandverbindungen zwischen Os trapezium und Os metacarpale I, sind alle anderen am Os trapezium (und ohne Kontakt zum Os metacarpale I) inserierenden Bänder an der Stabilität des Daumens beteiligt, da sie an jeder Bewegung des Daumensattelgelenks beteiligt sind [15]. Somit bietet sich eine Aufteilung der Bänder in direkte und indirekte Stabilisatoren an [4].

Zur direkten Stabilisierung durch Ligamente zählen die Ligg. carpometacarpale obliquum anterius und posterius, das Lig. carpometacarpale dorsoradiale, Lig. trapezometacarpale und das Lig. intermetacarpale dorsale I [4].

Zur indirekten ligamentären Stabilisierung gehören nach Matthijs et al. (2003) 6 Bänder, die auf den radialen Strahl des Handgelenks und den Daumen ausgerichtet sind. Sie stabilisieren das Os trapezium in seiner Position. Es handelt sich um die Ligg. trapezotrapezoidea dorsale et palmare, Ligg. trapezometacarpalia II dorsale et palmare, Lig. intermetacarpale, Lig. intermetacarpale dorsale. Zudem sind das Lig. trapezocapitatum und das Lig. trapezometacarpale III in Richtung der zentralen Handgelenkssäule und der Daumensäule gespannt. Zur ulnaren Handgelenkssäule und Daumensäule ist das Lig. carpi transversum ausgerichtet [15].

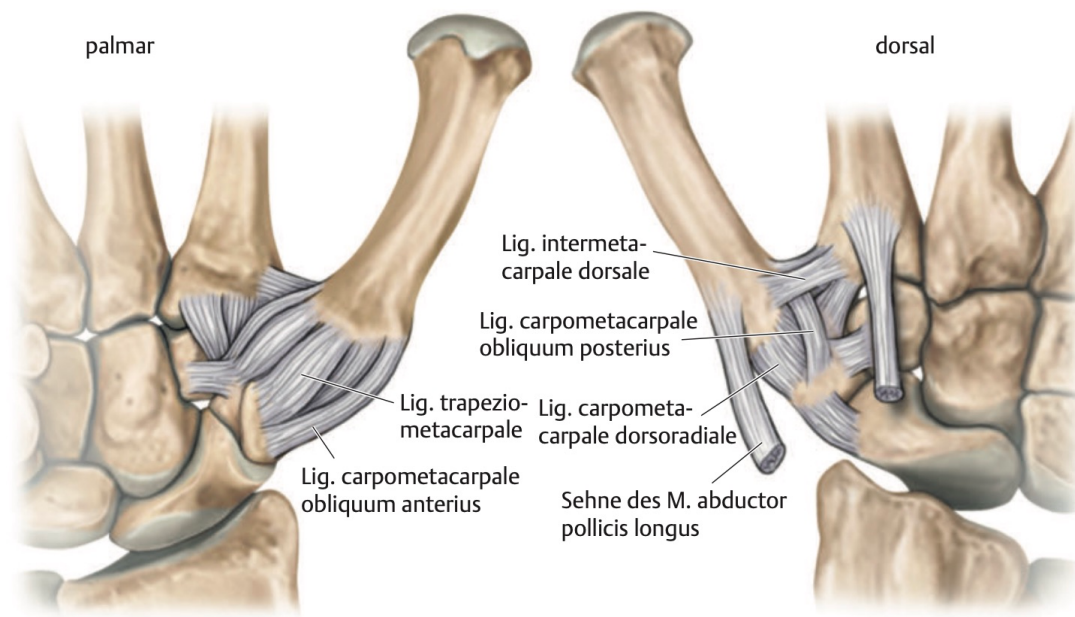


Abbildung 2: Bandstrukturen des Daumensattelgelenks [14]

© Thieme

### 1.1.1.3 Muskulatur

Das Daumensattelgelenk wird aus allen Richtungen strahlenförmig von Muskulatur beeinflusst [17]. Insgesamt neun Muskeln führen die Bewegungen am Daumensattelgelenk aus. Die Namen der Muskeln lassen nicht zwingend auf deren tatsächlich ausgeübte Bewegung schließen. Jede Abfolge von Bewegungen wird mindestens von 2 Muskelgruppen ausgeführt [15]. Es wird eine intrinsische von einer extrinsischen Muskulatur unterschieden.

Die extrinsischen Muskeln befinden sich außerhalb der Hand am Unterarm. Sie inserieren über Sehnen am Daumen und laufen am Handgelenk durch Sehnenscheiden.

Der M. abductor pollicis longus (APL) entspringt an der dorsalen Seite von Ulna, Membrana interossea und Radius, durch das 1. Strecksehnenfach verlaufend und setzt an der Basis des Os metacarpale I an der Gelenkkapsel des Daumensattelgelenks an. Der Muskel fungiert als Stabilisator des CMC-I-Gelenks und führt die Abduktion des Daumens durch. Der

M. extensor pollicis brevis entspringt distal des APL und verläuft mit diesem im 1. Sehnenfach. Der Ansatz des Muskels ist dorsal an der Basis der Grundphalanx am Daumen und streckt sowie abduziert den Daumen gemeinsam mit dem APL.

Der M. extensor pollicis longus entspringt ebenfalls an der dorsalen Ulnaseite und der Membrana interossea. Er verläuft durch das 3. Sehnenfach und inseriert dorsal an der Basis der Endphalanx des Daumens. Er ist der primäre Extensor des Daumensattelgelenks und unterstützt bei der Adduktion.

Der M. flexor pollicis longus entspringt an der anterioren Fläche des Radius und der Membrana interossea. Die Sehne verläuft durch den Karpaltunnel in einer eigenen Sehnenscheide, zwischen den beiden Köpfen des M. flexor pollicis brevis hindurch und findet seine Insertion an der palmaren Basis der distalen Daumenphalanx. Funktionell beugt der Muskel alle Gelenke des Daumens und ist bis zu einem gewissen Grad an der Adduktion beteiligt [4].

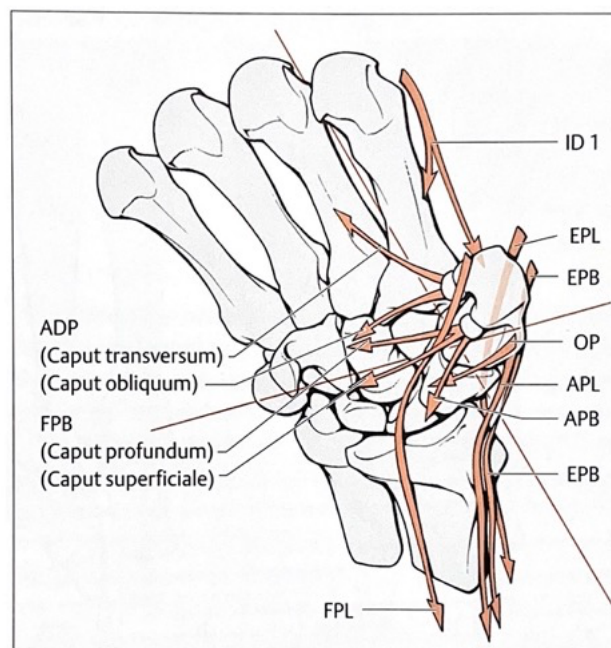
Die intrinsische Muskulatur befindet sich in der Hand und hat ihren Ursprung am Handgelenk und an der Mittelhand. Die Muskeln zählen zur Thenarmuskulatur.

Der M. flexor pollicis brevis besteht aus einem Caput superficiale und einem Caput profundum. Der oberflächliche Kopf entspringt am Retinaculum flexorum, der tiefe Kopf am Os trapezium, trapezoideum und capitatum. Er inseriert am radialen Sesambein an der palmaren Basis des Daumengrundgelenks und agiert als Beuger im Daumengrundgelenk, sowie als Adduktor (Caput profundum) und Abduktor (Caput superficiale) im Daumensattelgelenk. Zudem kann er bei der Opposition aktiv sein.

Der M. abductor pollicis brevis entspringt am Ret. flexorum sowie am Os scaphoideum und setzt über das radiale Sesambein palmar an der proximalen Phalanx des Daumens an. Er führt vorrangig die Abduktion durch.

An der Opposition ist der M. opponens pollicis beteiligt. Er hat seinen Ursprung am Ret. flexorum und Os trapezium. Sein Ansatz findet er an der radialen Seite des Os metacarpale I. Funktionell ist er zusätzlich verantwortlich für Adduktion und Abduktion.

Der M. adductor pollicis wird aus 2 Köpfen gebildet. Das Caput transversale entspringt vom gesamten Os metacarpale III. Das Caput obliquum hat seinen Ursprung am Os capitatum. Der Ansatz ist über das ulnare Sesambein unter der Basis der Grundphalanx des Daumens. Dieser Muskel führt eine Adduktion aus und ist an der Opposition beteiligt.



**Zugrichtungen der Daumenmuskeln im Sattelgelenk.**

**lenk.**

- ADP M. adductor pollicis
- FPB M. flexor pollicis brevis
- APB M. abductor pollicis brevis
- APL M. abductor pollicis longus
- OP M. opponens pollicis
- EPB M. extensor pollicis brevis
- EPL M. extensor pollicis longus
- FPL M. flexor pollicis longus
- ID 1 M. interosseus dorsalis 1

Abbildung 3: Zugrichtungen der Daumenmuskeln am Sattelgelenk [5]

Der einzige nicht zur Thenarmuskulatur gehörende Muskel ist der M. interosseus dorsalis I. Mit zwei Köpfen entspringt er an der ulnaren Seite des Os metacarpale I und der radialen Seite des Os metacarpale II. Seinen Ansatz

findet der Muskel an der Grundphalanx des Index an der radialen Seite. Neben der primären Funktion als Abduktor und Unterstützung der Flexion im Grundgelenk und Extension im PIP des 2. Fingers, fungiert er als Adduktor im Daumensattelgelenk [4].

#### 1.1.1.4 Bewegungsumfang und Biomechanik

Der Daumen wird über das Daumensattelgelenk, das Daumengrund- und das Daumenendgelenk bewegt. Im Daumensattelgelenk können Bewegungen ablaufen, die denen eines Kugelgelenks entsprechen. Kaufmann 2005 [12] beschreibt zunächst zwei Freiheitsgrade im Daumensattelgelenk. Die Abduktions- und Adduktionsachse verläuft wie oben beschrieben durch das Os metacarpale I. Nach der IFSSH wird die Abduktion weiter in Palmar- und Radialabduktion unterteilt [5]. Die Achse der Flexion und Extension verläuft durch das Os trapezium. Diese Bewegungen gehen mit weitgehender Deckung der Gelenkflächen einher.

Bei der Rotation (Pronation/Supination [18]) wird zwangsläufig der Gelenkflächenkontakt teilweise aufgehoben. Diese Bewegung ist mit allen anderen Bewegungsrichtungen gekoppelt [12]. Die Opposition bedeutet eine Gegenüberstellung des 1. MHK und Daumens gegen die übrigen Finger. Für die Oppositionsbewegung werden die Ab-/Adduktion sowie Extension und Flexion kombiniert. Die Rückstellung des Daumens wird Reposition genannt. Bei der Zirkumduktion werden Adduktion und Opposition sowie Reposition und Abduktion koordiniert [4].

Folgender Bewegungsumfang ist im Daumensattelgelenk möglich [19]:

Abduktion/Adduktion: 35/0/25 Grad

Flexion/Extension: 25/0/45 Grad

Rotation (im CMC-I-Gelenk): 10 Grad [20]

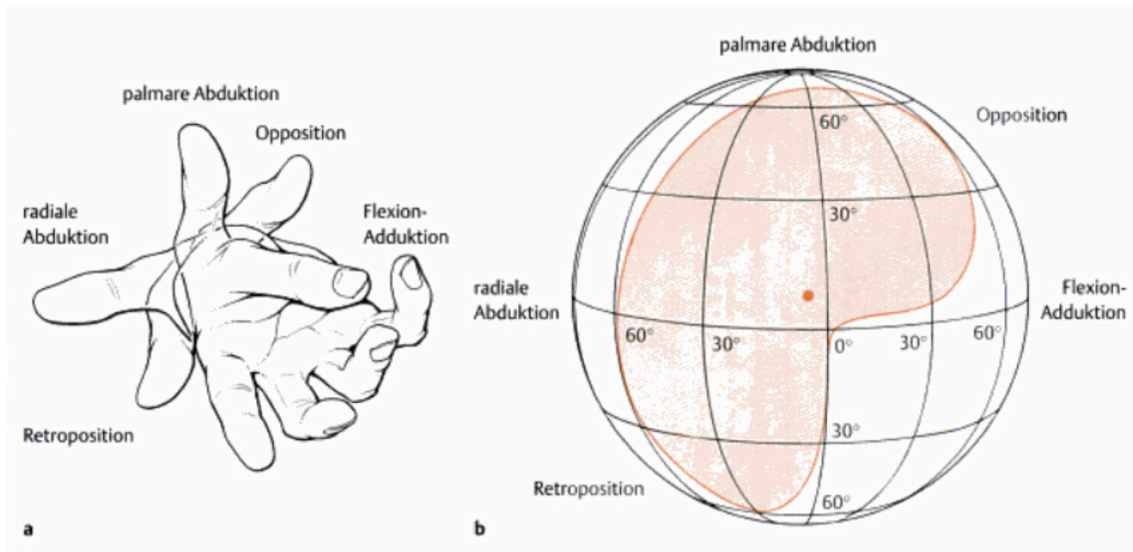


Abbildung 4: a) Stellungen des Daumens b) Bahnkugel.

Das rosa Feld markiert die Bewegungsfläche des Daumens. Der Punkt entspricht der Lage des Daumensattelgelenks [5]

Bei der Opposition kommt es zu einer Inkongruenz der Gelenkflächen, welche eine arthrosefördernde Belastung darstellt [21]. Durch die Inkongruenz verkleinert sich die Fläche der Kraftübertragung, wodurch im Bereich der Sattelschenkel des Os trapezium massiv erhöhte Spannungen auftreten [5], welche durch spannungsoptische Untersuchungen sichtbar gemacht werden konnten (Abb. 4). Das Ausmaß der Belastung ist anhand der bei einem Pinzettengriff entstehenden Scherkräfte im Daumensattelgelenk zu erkennen. Beim einfachen Pinzettengriff mit angewandter Kraft entsprechend 1 kg resultieren im IP-Gelenk 3 kg, im MCP-Gelenk 5,4 kg und im Daumensattelgelenk 12 kg. Bei starkem Greifen können bis zu 120 kg auf das CMC-I-Gelenk wirken [22].

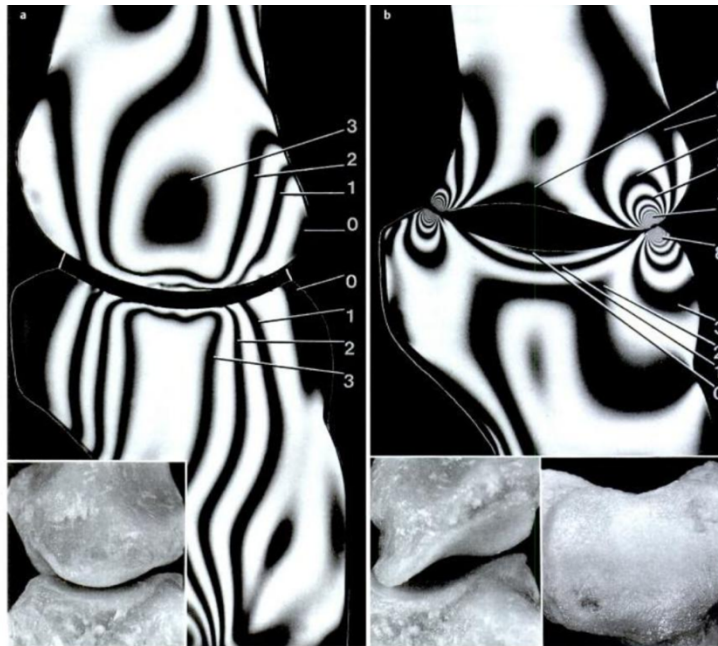


Abbildung 5: Spannungsoptische Untersuchungen am CMC-I-Gelenk

a) Verlauf der Isochromaten (0-3) zeigt eine gleichmäßige Spannungsverteilung. Kongruenz des Daumensattelgelenks (Insert unten links). b) Ausbildung von Spannungsspitzen im Bereich der punktförmigen Kontaktzonen, hervorgerufen durch die rotationsbedingte Inkongruenz im Daumensattelgelenk (Insert unten links.). Unten rechts sind früharthrotische Defekte an der Trapeziumgelenkfläche zu erkennen [5]

### 1.1.2 Rhizarthrose

Arthrosen bilden sich durch erhöhte Krafteinwirkung auf ein normales Gelenk, erhöhte Krafteinwirkung auf ein abnormes Gelenk, wie bei posttraumatischen Fehlstellungen und Chondro-/Osteopathien, und aufgrund physischer Faktoren aus [23].

Die Rhizarthrose entwickelt sich im Daumensattelgelenk zwischen Os metacarpale I und Os trapezium. Der Name „Rhiz“- (Wurzel-)Arthrose wurde von Forrestier eingeführt [24].

#### 1.1.2.1 Pathogenese und Epidemiologie

Arthrosen haben gewöhnlich eine prädisponierende und eine auslösende Ursache. Die Initialform der Arthrosis deformans ist die Knorpelschädigung.

Diese resultiert aus verschiedenen pathophysiologischen Vorgängen. Zu Beginn liegt eine ödematöse Knorpelschwellung vor. In den oberflächlichen Schichten treten kleine Einrisse auf. Sobald die tiefen Schichten aufbrechen, verliert der Knorpel an Dicke bis der subchondrale Knochen frei liegt [23].

Es wird zwischen primärer und sekundärer Rhizarthrose unterschieden. Die primäre (idiopathische) Form ist eine multifaktorielle Kombination genetischer, mechanischer Ätiologie. Ursächlich wird auch eine Bandlaxizität des CMC-I-Gelenks und eine angeborene Formveränderung des Os trapezium angeführt [25, 26]. Die sekundäre Rhizarthrose ist in der Regel Folge von Gelenkfrakturen, wenn sie wegen nicht erfolgter Behandlung, schlechter Reposition oder Zertrümmerung zu Gelenkinkongruenz führen [1]. Beispielsweise können Frakturen der Metacarpale-I-Basis (Bennett-, Rolando-, Winterstein-Frakturen), Läsionen der Trapezium-Sattelgelenkfläche oder reine Kapsel-Band-Verletzungen Ursache sein [17].

Im Daumensattelgelenk kommt es zudem, wie oben beschrieben, bei der Opposition zu einer Inkongruenz der Gelenkflächen und hoher punktueller Krafteinwirkung [5]. Cooney und Chao wiesen in einer biomechanischen Studie nach, dass enorme Kräfte von bis zu 120 kg im Daumensattelgelenk wirken [22]. Dies kann die Neigung zu Ausbildung von Rhizarthrose bei entsprechender Prädisposition oder Instabilität erklären [1].

Besonders Frauen und ältere Patienten sind von einer Rhizarthrose betroffen, Frauen rund 10-mal häufiger als Männer. Dies könnte an der in der Einleitung bereits erwähnten stärkeren Inkongruenz der Gelenkflächen im Daumensattelgelenk bei Frauen liegen [1]. Arthrosezeichen im Daumensattelgelenk erreichten bei Meier et. al. (2011) bei den über 70-Jährigen eine Prävalenz von 60% [27].

#### 1.1.2.2 Klinik und klinische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung fallen Krepitationen sowie Instabilität im Daumensattelgelenk auf. Zudem besteht eine Bewegungseinschränkung und ein

Kraftverlust. Der Gelenkbereich ist häufig geschwollen und radiopalmar druckschmerzhaft. Abduktionsbewegung, Rotation und Zirkumduktion unter axialer Belastung sind schmerzhaft und führen zu Krepitation. Beim Grind-Test wird unter axialer Kompression des 1. Strahls eine passive Zirkumduktion durchgeführt. Treten Schmerzen und fühlbare Krepitation auf, so ist der Test positiv [28]. In fortgeschrittenen Stadien besteht eine Subluxationsstellung im Daumensattelgelenk mit Hyperextensionsstellung im Daumengrundgelenk [23]. Häufig ist ein aktives Abspreizen des MHK I kaum möglich.

#### 1.1.2.3 Diagnostik und Klassifikation

Neben der klinischen Untersuchung und ausgeprägten Symptomen, kann die Rhizarthrose zudem über bildgebende Verfahren diagnostiziert und klassifiziert werden. Üblicherweise wird die Röntgendiagnostik verwendet. In Standardaufnahmen des Handgelenks in 2 Ebenen wird das CMC-I-Gelenk nicht ausreichend dargestellt. Es muss eine hyperpronierte Aufnahme erstellt werden. Dafür erfolgt eine spezielle Lagerung: „im Faustschluss und geringer Ulnarduktion wird die Hand ulnarseitig auf einen 30°-Keil gelagert“ [23].

Im Röntgenbild finden sich die typischen Arthrosezeichen mit Verschmälerung des Gelenkspalts, subchondraler Sklerose und osteophytären Ausziehungen. Sklerosierung und osteophytäre Ausziehungen sind am Trapezium und den Peritrapezoidalgelenken meist stärker ausgeprägt als am Metacarpale I. Für die Stadieneinteilung bietet sich die Klassifikation nach Eaton und Littler an [29]:

- |             |   |
|-------------|---|
| Stadium I:  | • geringe Subluxation des Metacarpale I   |
| Stadium II: | • deutliche Subluxation des Metacarpale I<br>• Osteophyten < 2 mm<br>• initiale Gelenkspaltverschmälerung |

Stadium III:

- deutliche Subluxation des Metacarpale I
- Osteophyten > 2 mm
- deutliche Gelenkspaltverschmälerung

Stadium IV:

- ausgeprägte Subluxation des Metacarpale I
- zystische, sklerotische Umbauvorgänge
- Gelenkdestruktion



a)



b)



c)



d)

Abbildung 6: Stadien der Rhizarthrose nach Eaton und Littler

a) - d) Stadium I – IV [30]

#### 1.1.2.4 Differentialdiagnosen

Es lassen sich differentialdiagnostisch einige weitere entzündlich-rheumatische und degenerative Erkrankungen abgrenzen. Sehr häufig ist das Karpaltunnelsyndrom mit positivem Hoffman-Tinel-Zeichen. Außerdem tritt mit der Rhizarthrose die Skaphoid-Trapezo-Trapezoidal-Arthrose (STT) auf. Dabei bestehen nicht nur bei passiver Bewegung im DSG, sondern auch im Handgelenk bei passiver Bewegung vor allem bei Flexion/Extension in Radialduktion Schmerzen. Zudem sollte eine Tendovaginitis stenisans de Quervain ausgeschlossen werden. Dies geschieht durch einen negativen Finkelstein-Test bei fehlendem Druckschmerz über dem ersten Strecksehnenfach [1].

#### 1.1.2.5 Therapie

Konservativ:

Für die Behandlung der Rhizarthrose stehen einige konservative Behandlungsmethoden zur Verfügung. Grundsätzlich werden vor allem im Stadium I und II zunächst konservative Therapieversuche durchgeführt. Im Vordergrund stehen dabei die Gabe von nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR), Schienenruhigstellung und intraartikuläre Injektion von Kortikosteroiden.

Wenn im frühen Stadium nach Belastungen vorübergehende Schmerzen bestehen, bietet sich die Gabe von NSAR an. Die Kombination mit einer begrenzten Schienenruhigstellung wird häufig durchgeführt, um die Bewegung und damit Reizung und Entzündung im Gelenk zu vermeiden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass eine kontinuierliche Ruhigstellung über Wochen vermieden wird, da es zu einer schmerzhaften Versteifung kommen kann [1]. Bei Patienten im Stadium I-II wurde mit Schienung bei 76% eine Verbesserung beobachtet. Im Stadium III und IV zeigten 54% eine Besserung. Nach 6 Monaten wurde im Durchschnitt die Besserung bei den Patienten angegeben [31].

Zur intraartikulären Injektion werden Kortikosteroide vorrangig verwendet. Wichtig ist selbstverständlich die Achtung der Sterilität. Außerdem muss noch ein

Gelenkspalt bestehen. Im Stadium I können Verbesserungen bis 18 Monate erreicht werden. Bei Stadium II und III wird diese Besserung nur bei der Hälfte der Patienten erreicht. Im Stadium IV wird keine Besserung im kurz- oder langfristigen Bereich erzielt [32]. Zudem kann Hyaluronsäure als Injektion appliziert werden, welche jedoch der Kortikoidtherapie unterlegen ist [33]. Bei rheumatoider Arthritis kann Radiosynoviorthese im CMC-I-Gelenk angewendet werden [1]. Weiterhin kann Eigenfett als Lipofilling im DSG injiziert werden. Diese Methode gewinnt zunehmend an Bedeutung. In Studien konnte bereits die antiinflammatorische und chondroprotektive Wirkung und in einer Pilotstudie bereits eine Überlegenheit ggü. der Kortikosteroidtherapie gezeigt werden [34, 35].

Zusammenfassend sollte in den Stadien I und II eine kombinierte konservative Therapie aus NSAR, Ruhigstellung und Injektion erfolgen. Im Stadium III kann ebenfalls der Therapiebeginn konservativ erfolgen. Nach über drei Injektionen und ausbleibender Besserung der Symptomatik sollte an eine OP gedacht werden. Im Stadium IV ist mit konservativen Therapieoptionen maximal eine kurzfristige Besserung zu erwarten, weshalb zur OP geraten wird [1].

#### Operativ:

Es wurden einige operative Verfahren entwickelt, die in verschiedenen Arthrosestadien indiziert sind. Die Indikation muss immer mit Überblick über Anamnese, Untersuchungs- und Radiologiebefund individuell erfolgen. In den Stadien I und II steht die Instabilität im Vordergrund und der Knorpelschaden ist begrenzt. In der Literatur sind Bandplastiken, Extensionsosteotomie, Denervation arthroskopisches Debridement beschrieben. Bei Durchführung einer Arthrodesen in höheren Stadien der Rhizarthrose muss von einer resultierenden Bewegungseinschränkung und dem Risiko von Begleitarthrosen am STT-Gelenk ausgegangen werden. Verbreiteter sind bewegungserhaltende Maßnahmen. Diese lassen sich in Resektionsarthroplastiken und prothetische Versorgung aufteilen.

Durch eine Bandplastik soll durch Aufheben der Subluxation im DSG der damit einhergehenden Arthroseentwicklung entgegengewirkt werden. Somit ist diese Technik nur im Stadium I und II sinnvoll. Die Technik mit den meisten und besten Ergebnissen ist die von Eaton und Littler 1973 entwickelte FCR- Bandplastik [1].

Dabei wird die FCR- Sehne distal gestielt und durch ein Bohrloch in der Basis des MHK-I gezogen. Dann wird der Stiel zwischen APL-Sehne und palmarer Gelenkkapsel durchgefädelt, ansatznah um den bestehenden FCR-Sehnenrest geschlungen oder hindurch gezogen und wieder nach radial distal zur APL-Sehne geführt. Dort wird das Ende des Sehnenstiels am Periost des MHK I fixiert [29]. Durch eine dorsale Extensionsosteotomie an der Basis des MHK-I in 30 Grad Angulation soll es zu einer Reposition der Subluxation kommen.

Die Denervation des DSG ist ein recht aufwendiges Weichteilverfahren mit mehreren Zugängen und nicht sicherer Schmerzfreiheit. Aus diesem Grund wird das Verfahren selten angewendet [1].

Die Resektionsarthroplastik ist die am häufigsten durchgeführte Methode zur operativen Therapie der Rhizarthrose. Es kann eine reine Trapezektomie erfolgen oder eine zusätzliche Sehnenaufhängung mit/ohne Interposition.

Bei der einfachen Trapezektomie besteht das Problem einer Proximalisierung des MHK-I durch Fehlen des Os trapezium. Damit einhergehende Bewegungseinschränkungen und Stabilitäts- sowie Kraftverlust sollen durch eine Sehnenaufhängung vermieden oder vermindert werden.

Epping beschrieb 1983 die Aufhängung mittels FCR-Sehnenstreifen. Nach Entfernung des Os trapezium wird ähnlich wie bei der Bandplastik die FCR-Sehne mit der Dicke von 1/3 der Sehne gespalten und nach distal Richtung Ansatz am MHK-II gestielt. Der Sehnenstreifen wird durch ein Bohrloch in der

Basis des MHK-I gezogen und gespannt. Zuletzt wird der Sehnenstreifen mit einem Knochenkeil aus dem Os trapezium verblockt [36].

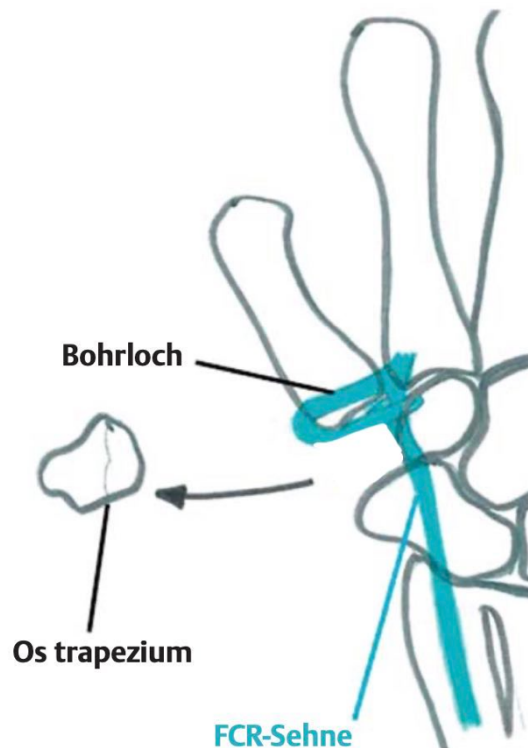


Abbildung 7: Schema FCR-Bandplastik [2]

Burton und Pellegrini beschrieben 1986 die Ligament-Reconstruction-Tendon-Interposition(LRTI)-Arthroplastik, eine Modifikation der Technik nach Epping. Sie nutzten die FCR-Sehne zur Sehnenaufhängung und zusätzlich Interposition in der Trapeziumhöhle. Dabei muss über einen kleinen weiteren Zugang am Unterarm ein langer FCR-Sehnenstreifen gewonnen werden. Dieser wird ebenfalls durch ein Bohrloch in der MHK-I-Basis gezogen und angespannt. Dann wird er unter der Basis mit sich selbst vernäht und der überstehende Rest zickzackförmig in die Trapeziumhöhle eingebracht. Der Vorteil dieser Technik ist, dass hier die A. radialis nicht direkt im OP-Feld verläuft [37].

Eine weitere Technik ist die Sehnenaufhängung nach Martini (1985). Dabei wird anstatt der FCR-Sehne ein ECRL-Sehnenstiel verwendet [38].

Weitere Sehnenaufhängungstechniken erfolgen ohne Bohrloch. Die MHK-I-Basis wird über ein Sehnennetz abgestützt. Es werden Verbindungen zwischen APL- und FCR-Sehne hergestellt. Lundborg-Sigfusson (1991) spalteten die APL-Sehne, zogen sie durch die FCR-Sehne und vernähten den Sehnenstreifen mit der bestehenden APL-Sehne [39]. Wulle (1993) verwendete diese Technik und nutzte einen längeren APL-Sehnenstreifen, um den Überstand als Interposition in die Trapeziumhöhle einzubringen [40]. Sirotakova (2007) fixierte die APL-Sehne zur Optimierung der Stabilität zusätzlich zur FCR-Sehne an der ECRL-Sehne [41].

Bei der Trapezektomie mit Interposition werden verschiedene autologe Materialien verwendet. Es können die FCR- oder PL-Sehne verwendet werden. Das Einbringen von Rippenknorpel stellt einen aufwendigeren Eingriff dar und geht mit einem Hebedefekt einher, weshalb diese Technik wenig Anwendung findet [1]. Bei der Technik nach Nicoloff (1999) muss der Knorpel in der Trapeziumhöhle durch einen APL-Sehnenstreifen vor Luxation gesichert werden [42].

Die Arthrodesse des DSG erhält die Länge des Daumenstrahls. Dadurch wird ein stabiler Griff weiterhin ermöglicht. Die Oppositionsbewegung wird jedoch verhindert und muss über das STT-Gelenk kompensiert werden. Dies führt zu einer Mehrbeanspruchung. Bei Mitbeteiligung des STT-Gelenks besteht eine Kontraindikation für die Arthrodesse [1].

Frühere Ansätze einer prothetischen Versorgung der Rhizarthrose zeigten keine überzeugenden Ergebnisse. Einerseits finden Interpositionen von Fremdmaterialien in der Trapeziumhöhle Anwendung, andererseits Endoprothesen, die beide Gelenkflächen des Daumensattelgelenk ersetzen.

Klassisch wurden der Swanson-Silikon-Spacer und ein Pyrocarbonspacer eingebracht. Die Verwendung dieser Interpositionsmaterialien ist wegen recht hoher Luxationsraten schlecht geeignet. Auch durch Bandplastiken konnte dies beim Swanson-Silikon-Spacer nicht verhindert werden [37, 43].

Die erste Totalendoprothese war die Prothese nach de la Caffiniere. Sie besteht aus einem im MHK-I eingebrachten Schaft mit proximal befindlicher Kugel und einem am Trapezium befindlichen Pfannenanteil. Diese wurde zementiert, während Folgemodelle die Zementierung für den Fall einer Revision durch schraubbare Pfannenteile ersetzen. Das Hauptproblem der Prothesen ist eine Lockerung von bis zu 44% im Langzeitverlauf [44]. Hemiprothesen, welche lediglich die Gelenkfläche der MHK-I-Basis ersetzen dagegen, zeigen im kurzfristigen Verlauf gute Ergebnisse [1].

Mittlerweile gibt es auf dem Markt Prothesen mit erfolgsversprechenden Ergebnissen. Der Vorteil dieser, im Vergleich zu den Arthroplastiken, ist die frühzeitige Schmerzkompensation und Möglichkeit der Mobilisation nach der Operation. Die aktuell verbreitete sogenannte Touch-Prothese (Keri Medical) ist eine Duo-Mobility-Prothese (ähnlich einer Duokopf-Prothese am Hüftgelenk). Ein weiterer Vorteil dieser Prothese ist der Erhalt der Länge des Daumenstrahls [45].

Nachbehandlung:

Die Nachbehandlung ist vom angewendeten Operationsverfahren abhängig. Bei den Resektions-Suspensions-Arthroplastiken wird in der Regel eine Ruhigstellungszeit von drei bis sechs Wochen empfohlen. Dies wird zum Anheilen der Sehnen-/Bandplastik benötigt. Unmittelbar nach der OP ist die Hand meist geschwollen und schmerzt, sodass die Patienten selbstständig die Hand ruhig halten. Im Anschluss sind Bewegungsübungen indiziert. Die Opposition der Daumenkuppe zum palmaren Kleinfingergrundgelenk ist das Ziel. Zudem wird die Retroversion des Daumens bei voller radialer Abspreizung passiv und aktiv geübt.

Bei den Resektionsarthroplastiken ist von einer Rehabilitationszeit von drei Monaten auszugehen, Verbesserungen können bis zu einem Jahr postoperativ auftreten. Unterstützend kann physio- und ergotherapeutische Mitbehandlung die Rehabilitation beschleunigen.

Bei der Arthrodese hängt die Nachbehandlung von der Stabilität der Osteosynthese ab. In der Regel kann belastungsfrei bewegt und nach sechs Wochen zunehmend belastet werden.

Bei Verwendung von Silikonimplantaten wird eine Ruhigstellung von vier Wochen benötigt, um die Luxationstendenz gering zu halten. Bei Totalendoprothesen kann nach Fadenentfernung mit Bewegungsübungen begonnen werden [1].

## 1.2 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den postoperativen Verlauf folgender bereits etablierter Operationstechniken der Rhizarthrose mittels randomisierter, prospektiver klinischer Studie zu vergleichen:

Gruppe 1: klassische Resektionsarthroplastik nach Epping [46]

Gruppe 2: Technik nach Wulle [40]

Gruppe 3: modifizierte Eppingplastik Resektionsarthroplastik nach Epping (auch bekannt als Technik nach Burton-Pellegrini) [37]

Es sollte folgende Frage beantwortet werden:

Gibt es signifikante Unterschiede bei der eigenen subjektiven Einschätzung der Patienten, der Bewegungswiederherstellung, Kraftwiederherstellung, Schmerzreduktion und Operationsdauer?

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Studienaufbau**

Es wurden alle an Rhizarthrose operierten Patienten, die der Teilnahme zugestimmt hatten, in die Studie eingeschlossen und randomisiert in Gruppen eingeteilt. Bei der Prämedikation und Aufklärung zur Operation wurden die Patienten nach einem genau definierten Schema untersucht und füllten einen standardisierten Fragebogen aus. Sechs Monate nach der Operation wurden die Patienten erneut in die Klinik zur Nachuntersuchung eingeladen. Diese folgte nach demselben Schema wie die Voruntersuchung und ebenfalls mit standardisiertem Fragebogen und Anamnese. Die Studie wurde unter dem Aktenzeichen 218/2019A von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen angenommen.

### **2.2 Patientenkollektiv**

Das Kollektiv setzt sich aus an primärer und sekundärer Rhizarthrose operierten Patienten im Zeitraum von August 2019 bis Februar 2021 zusammen. Die Operationen wurden in der Klinik für Plastische und Ästhetische Chirurgie, Handchirurgie im St. Marien-Hospital Borken durchgeführt. Die Indikationsstellung erfolgte vornehmlich anhand der Klinik der Patienten. War die konservative Therapie ausgeschöpft und die Schmerzen nicht mehr einzudämmen oder zu beeinflussen, so wurde zur Operation geraten.

### **2.3 Klinische Untersuchung**

Die klinische Untersuchung erfolgte anhand eines speziell erstellten Schemas mit gängigen Untersuchungen an der Hand. Die Voruntersuchungen wurden zu einem kleinen Teil durch Assistenzärzte der Klinik für Plastische und Ästhetische

Chirurgie, Handchirurgie des Klinikum Westmünsterland durchgeführt. Die übrigen Vor- und alle Nachuntersuchungen wurden durch den Doktoranden selbst durchgeführt. Der Untersuchungsbogen ist im Anhang zu finden.

### **2.3.1 Personenbezogene Daten**

Zunächst wurden bei der präoperativen Untersuchung die personenbezogenen Daten erhoben. Dazu gehörten das Alter zum Zeitpunkt der Operation, das Geschlecht und der Beruf oder ehemals ausgeübte Beruf, sowie die Händigkeit und Indikation zur Operation. Zudem wurde das Datum der Operation erfasst, um anhand des Datums der postoperativen Untersuchung das genaue Nachuntersuchungsintervall zu berechnen.

### **2.3.2 Schmerzbeurteilung**

Bei der jeweiligen Untersuchung wurde der Schmerz bei Bewegung im Daumensattelgelenk sowie bei Ausführung der unten beschriebenen Funktionsprüfungen anhand der Numerischen Ratings-Skala (NRS) abgefragt. Diese reicht von 0 (kein Schmerz) bis zu 10 (stärkster vorstellbarer Schmerz). Zudem fließt die subjektive Schmerzbewertung im Alltag in den unten beschriebenen DASH Bogen mit ein.

### **2.3.3 Bewegung**

Zur Bewegungsbeurteilung gehörte die Untersuchung aller Freiheitsgrade im Handgelenk mit Extension/Flexion, Radial-/Ulnardeviation und Supination/Pronation nach der Neutral-Null-Methode. Zudem wurde der Winkel zwischen den MHK I und II in radialer Abduktion gemessen.

Weiterhin wurde anhand des Kapandji Index die Bewegungsfreiheit im Daumensattelgelenk geprüft. Beim Kapandji-Index wird eine reine Funktionsprüfung der Beweglichkeit des Daumens ohne Winkelmessung durchgeführt. Ein Score von maximal 10 Punkten kann erreicht werden. Je höher der Score, desto höher die Beweglichkeit. Der Patient berührt dabei mit dem Daumen lateral die 2. Phalanx und 3. Phalanx des Zeigefingers (Score 1 und 2) sowie seine Fingerspitzen (Score 3-6). Am Kleinfinger werden palmar die DIP-Gelenklinie (Score 7), PIP-Gelenklinie (Score 8), Grundgelenklinie (Score 9) und der Sulcus transversus ulnaris proximal des Kleinfingers (Score 10) berührt. Der Test ist nur anwendbar, wenn die ersten Punkte erreicht werden können [47].

Zusätzlich wurden Präzisionsgriffe getestet. Für den Schlüsselgriff nimmt der Patient einen Schlüssel in die Hand. Dabei wird die Fähigkeit der Adduktion des Daumens an den Zeigefinger vorausgesetzt. Beim Fingerkuppen-Flachgriff, welcher als meist angewandter Präzisionsgriff der Hand gilt, nimmt der Patient ein schmales Band oder eine Büroklammer zwischen Daumen und Zeigefinger. Beim Fingerkuppen-Spitzgriff hebt der Patient eine Spitze Nadel von einer Unterlage auf. Dabei werden nach Beugung des IP-Gelenks des Daumens und Beugung der DIP-Gelenke der Finger die Fingerkuppen von Daumen und Zeigefinger ggü. gestellt und zum Greifen verwendet [48].

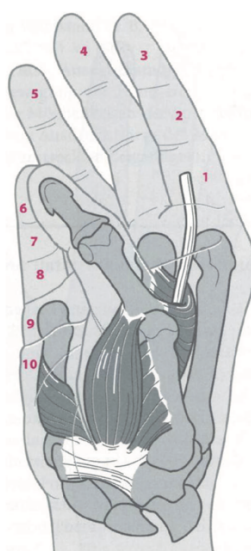


Abbildung 8: Kapandji Index

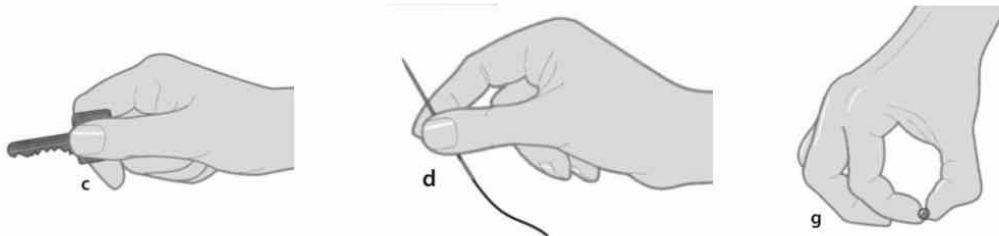


Abbildung 9: Greifformen der Hand.

c) Schlüsselgriff, d) Fingerkuppen-Flachgriff, g) Fingerkuppen-Spitzgriff [49]

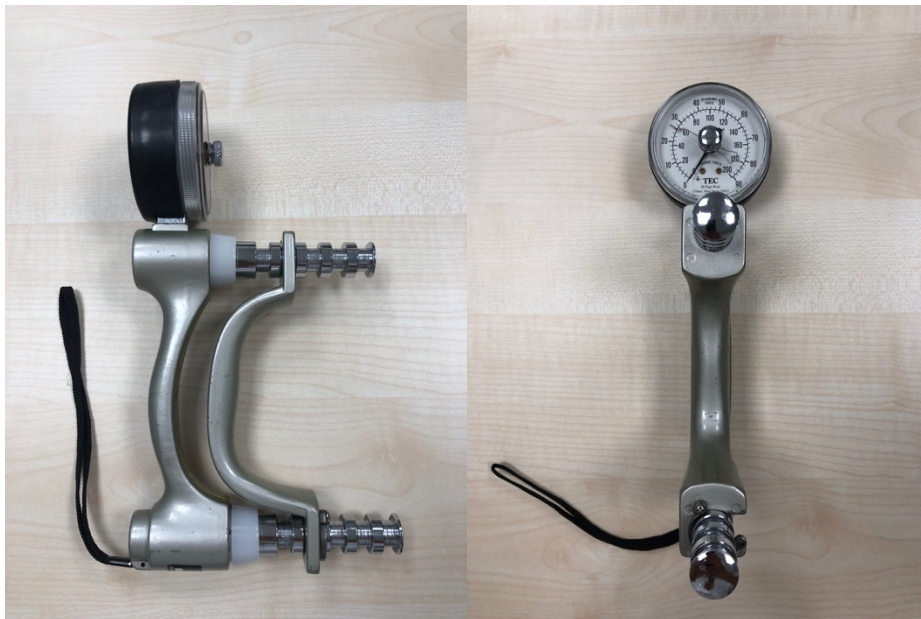
### 2.3.4 Kraft

Gemessen wurde zunächst die Kraft im Handgelenk in den einzelnen Bewegungsrichtungen. Diese wurde nach dem gebräuchlichen Schema der Kraftmessung in der klinischen Untersuchung bewertet:

- 0: Keine Muskelaktivität
- 1: Tastbare Muskelaktivität ohne Bewegungseffekt
- 2: Bewegung unter Ausschaltung der Schwerkraft
- 3: Bewegung gegen die Schwerkraft möglich
- 4: Bewegung gegen Widerstand möglich
- 5: Normalbefund: seitengleiche Kraft gegen starken Widerstand

Für die Untersuchung der Grobgriffkraft und Schlüsselgriffkraft wurde eine einheitliche Sitzposition eingenommen. Der Patient saß aufrecht, mit adduziertem Arm, rechtwinklig flektiertem Ellenbogen und dem Unterarm im Neutralstellung positioniert.

Die Grobgriffkraft wurde im Seitenvergleich mittels einem Jamar-Dynamometer gemessen. Dabei hält der Patient das Jamar-Dynamometer in der gemessenen Hand und wird aufgefordert, so fest wie möglich zu drücken und den Faustschluss durchzuführen. Die Messung wird auf der Gegenseite wiederholt.



*Abbildung 10: Jamar-Dynamometer*

Die Schlüsselgriffkraft wurde im Seitenvergleich mithilfe eines Pinch-Gauge-Dynamometers gemessen. Dabei hält der Patient das Dynamometer zwischen Daumen- und Zeigefinger wie einen Schlüssel und wird gebeten, so fest wie möglich zu drücken. Diese Messung wird ebenfalls auf der Gegenseite wiederholt.



Abbildung 11: Pinch-Gauge-Dynamometer

### **2.3.5 Subjektive Beurteilung – DASH**

Um standardisiert die subjektive Patienteneinschätzung abzufragen, wurde der DASH-Bogen angewendet. Dieser wurde von der „American Academy of Orthopaedic Surgeons“, dem Council der „Musculoskeletal Specialty Societies (MODEMS)“ und dem „Institute for Work and Health“ entwickelt und 1998 ins Deutsche übersetzt [50]. Es wird das Ausmaß der Funktionseinschränkung der betroffenen Hand abgefragt und der DASH-Score gebildet. Der DASH-Score gilt als zuverlässige Methode zum Messen der Beeinträchtigung der Hand im Alltag [18].

Der Fragebogen besteht aus 38 Fragen, die in drei Teile aufgeteilt werden. Teil 1 fragt die „Funktionsfähigkeit“ der Hand mit 30 Fragen ab. Teil 2 und Teil 3 beinhalten jeweils vier Fragen zu „Sport und Musik“ und „Arbeit“. Diese Teile sind optional und wurden in unserer Studie nicht bearbeitet. Teil 1 ist zusätzlich in 21 Fragen zur generellen Funktionsfähigkeit, 6 Fragen zu Symptomen und 3 Fragen zur Teilnahme am sozialen Leben gegliedert.

Zu jeder Frage gibt es die Antwortmöglichkeiten von 1 (keine Schwierigkeiten/Symptome) bis 5 (nicht möglich/sehr starke Beeinträchtigung oder Symptome). Die Summe aller Antworten werden zum „Rohwert“ addiert und mittels einer Formel in den DASH-Score umgerechnet. Beim DASH-Score wird eine Skala von 0 bis 100 verwendet. Ein Punktwert von 0 bedeutet volle Funktionstüchtigkeit ohne Einschränkungen, ein Wert von 100 bedeutet maximale Behinderung [50].

$$\frac{\text{Gesamtpunktzahl} - 30 \text{ (Minimalpunktzahl)}}{1,20 \text{ (Bandbreite)}} = \text{DASH-Punktwert}$$

*Abbildung 12: Formel zur Berechnung des DASH-Scores [50]*

Um den DASH-Bogen auszuwerten, wurde das Ergebnis vorher und nachher verglichen. Franchignioni et. al. haben in Ihrem Paper die minimally clinical important difference (MCID) für den DASH mit einer Differenz von 10,83 Punkten festgestellt [51]. Somit wurden in der Auswertung des DASH-Bogens lediglich Patienten mit einem Unterschied beim DASH-Ergebnis zwischen prä- und post-OP von mindestens 11 Punkten beachtet, da bei geringeren Differenzen (nach unten sowie nach oben) nicht von einer relevanten klinischen Veränderung ausgegangen wird.

## **2.4 Operationstechniken**

Es wurden 3 verschiedene bewährte Techniken angewendet. Jede Technik wurde von jeweils einem leitenden Operateur durchgeführt. Die Patienten der Gruppe 1 wurden mit der Suspensions-Arthroplastik nach Epping operiert [46]. In Gruppe 2 wurden die Patienten nach einer modifizierten Methode nach Epping operiert. Die Patienten der Gruppe 3 erhielten eine Abductor pollicis longus-Plastik nach Wulle [40].

Alle Operationen wurden unter regionaler Plexusanästhesie oder Larynxmaskennarkose durchgeführt. Die Patienten wurden in Rückenlage mit auf dem Handtisch ausgelagertem Arm gelagert. Nach der Desinfektion und Schaffen von sterilen Operationsbedingungen wurde der Arm ausgewickelt und eine Blutleere mit einem Druck von 280 mmHg angelegt.

#### **2.4.1 Gruppe 1: Resektions-Suspensions-Arthroplastik nach Epping**

Der Schnitt erfolgte streckseitig über dem Daumensattelgelenk parallel zu den Hautnerven beginnend etwa 1,5 cm distal des Sattelgelenks nach proximal bis über den distalen Kahnbeinpol. Es folgte die Präparation in die Tiefe mit Darstellung des Ramus superficialis nervi radialis und der im proximalen Wundwinkel schräg verlaufenden A. radialis und Beiseitehalten derselben.

Als nächstes wurde der Zugang zum Daumensattelgelenk zwischen EPB- und EPL-Sehne geschaffen. Danach wurde der MHK I sowie das Os trapezium dargestellt. Dieses wurde vom Bandapparat getrennt, subperiostal ausgeschält und mittels Luer vollständig entfernt. In der Tiefe zeigte sich die FCR-Sehne, welche nun mit einem Sehnenhaken hervorluxiert wurde.

Unter Beugung des Handgelenks wurde die Sehne nach proximal bis zum FCR-Kanal verfolgt und mit einem spitzen Skalpell von proximal nach distal auf 1/3 der Sehnendicke gespalten. Der radiale Stiel der Sehne wurde abgetrennt. Das proximale Ende des Sehnenstiels wurde mit einer Klemme gefasst und der abgespaltene Teil der Sehne nach distal bis zum Ansatz an der MHK II Basis verfolgt und freipräpariert. Es folgte das Bohren eines Kanals von der Basis des MHK I auf die Basis des MHK 2 zielend. In das proximale Ende des Sehnenspans wurde eine Haltenaht der Stärke 4-0 eingebracht und die Sehne mithilfe einer Schlinge durch den Bohrkanal gefädelt. Mit aus dem resezierten Os trapezium gewonnenen Knochenspänen wurde die Sehne nun im Bohrkanal verblockt und mit der Streckseitigen Kapsel mit 3-0 Maxon Fäden verknötet.

Der Kapselverschluss erfolgte ebenfalls mit Maxon 3-0. Es folgte eine Spülung, eine intracutane Hautnaht mit 5-0 Surgipro Fäden und Aufbringen von Steri-Strips. Zuletzt wurde ein steriler Verband und eine Daumenschiene angelegt und die Blutleere geöffnet [46].

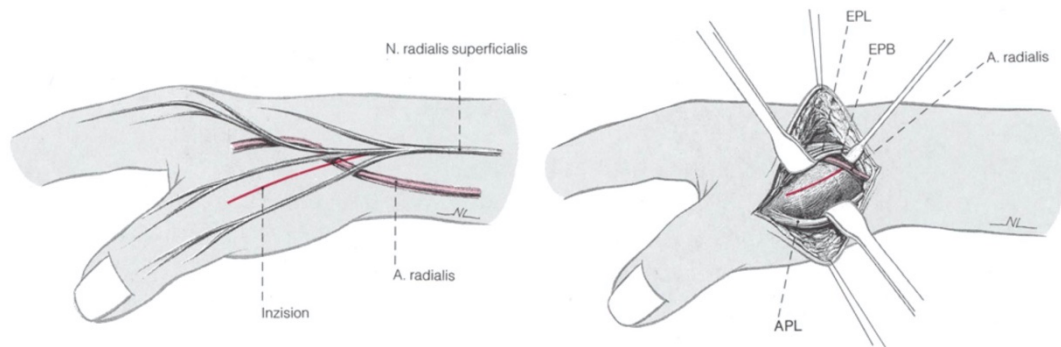


Abbildung 13: Resektions-Suspensions-Arthroplastik nach Epping

Hautinzision und Präparation von R. superficialis n. radialis sowie A. radialis [46]

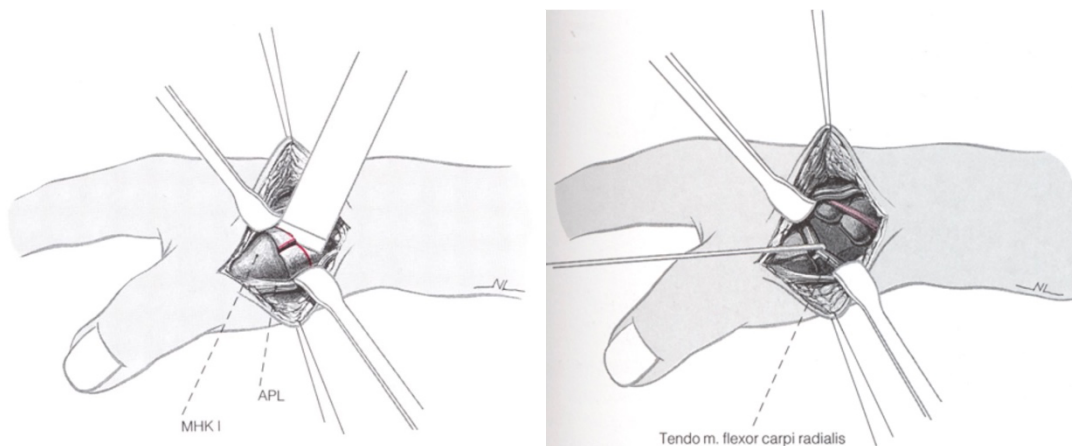


Abbildung 14: Teilen und Resezieren des Os Trapezium und Hervorluxieren der nun sichtbaren FCR-Sehne [46]

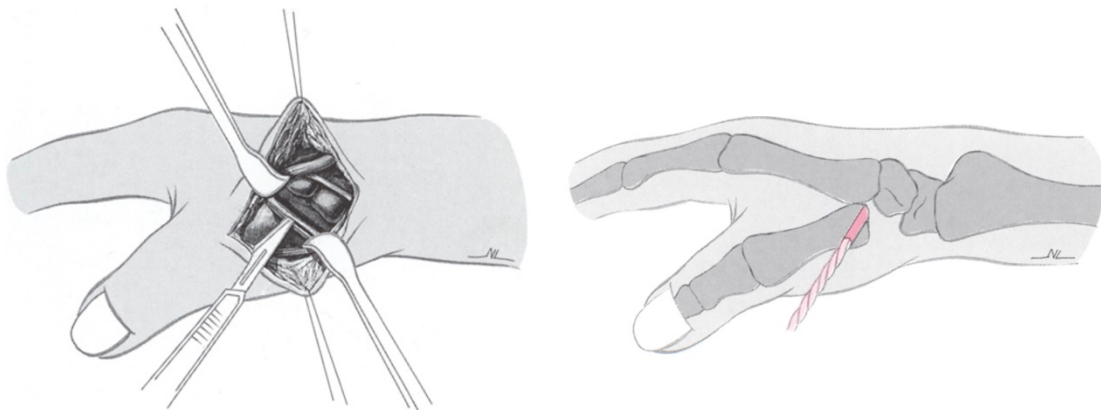


Abbildung 15: Spalten der FCR-Sehne und Darstellung der Richtung des Bohrkanals von der Basis MHK I auf die Basis des MHK II zielend [46]

#### **2.4.2 Gruppe 2: Abductor pollicis longus-Plastik nach Wulle**

Es wurde ein leicht s-förmiger Hautschnitt palmoradial zwischen Felder- und Leistenhaut im Bereich des Daumensattelgelenks angelegt. Beim Präparieren in die Tiefe wurden N. und A. radialis beiseitegehalten.

Als nächstes folgte das Entfernen des Os trapezium unter Schonung der darunter liegenden FCR-Sehne. Es wurde das 1. Strecksehnenfach gespalten. Dort verlaufen die EPB- und APL-Sehne. Es wurde ein radialer Sehnenstreifen der APL-Sehne weit proximal, je nach Patient etwa 6 - 7 cm lang, abgelöst und nach distal gespalten. Dieser wurde durch einen Schlitz in der FCR-Sehne gezogen und unter guter Spannung mit 4-0 Maxon Fäden fixiert, wodurch APL- und FCR-Sehne zusammengerafft wurden.

Danach wurde der Sehnenspan um den noch am Ansatz befindlichen Anteil der APL-Sehne geschlungen und mit 4-0 Maxon Fäden befestigt. Nun wurde der überstehende Anteil der abgespaltenen APL-Sehne in das ehemalige Trapeziumbett eingebracht. Es folgte eine Kapselnaht mit 4-0 Maxon Fäden, Einlage einer Redondrainage sowie die Hautnaht mit 5-0 Prolene Faden. Zum Abschluss wurde eine Daumenschiene angelegt [40, 52].

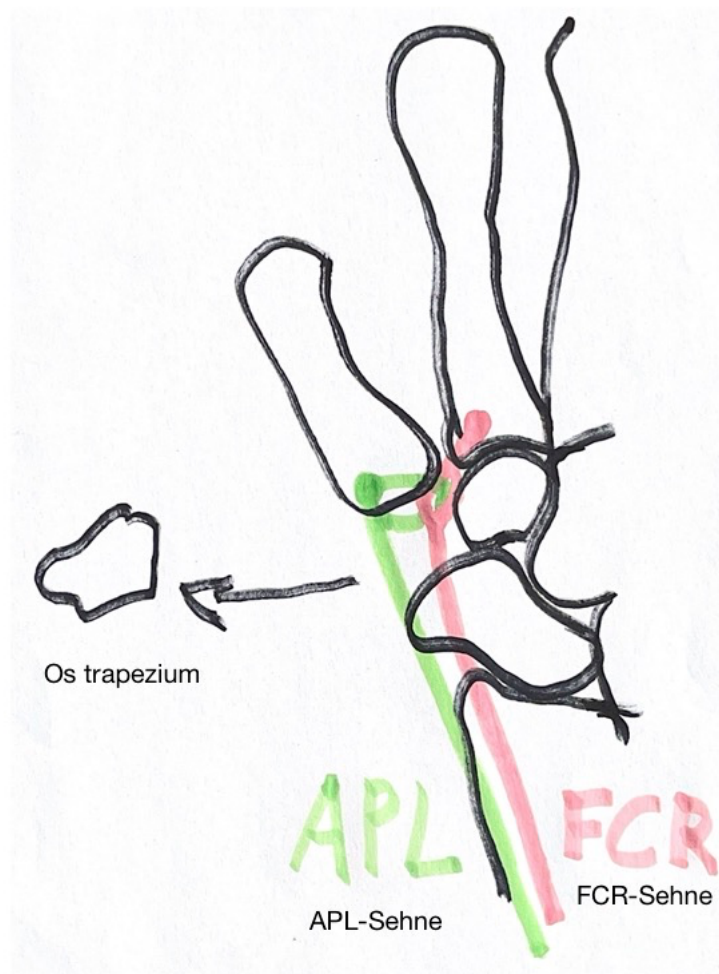


Abbildung 16: Schematische Darstellung der Abductor pollicis longus-Plastik nach Wulle (modifiziert nach [2])

### **2.4.3 Gruppe 3: modifizierte Eppingplastik Resektionsarthroplastik nach Epping**

Der Hautschnitt wurde bogenförmig streckseitig über dem Daumensattelgelenk bis zur Rascetta und über dieser medial auslaufend über die FCR-Sehne geführt. Es erfolgten wie oben beschrieben die Entfernung des Os trapezium und Stielen der FCR-Sehne, welche länger gewonnen wird, in Handgelenksbeugung. Dann Durchfädeln dieses Spans durch einen Bohrkanal, befestigen an der Kapsel und verblocken mit Knochenspänen. Der Überstand des langen FCR-Sehnen-Spans

wird um den anatomischen FCR-Sehnenrest geschlungen und dann als Interposition in das Trapeziumbett eingebracht.

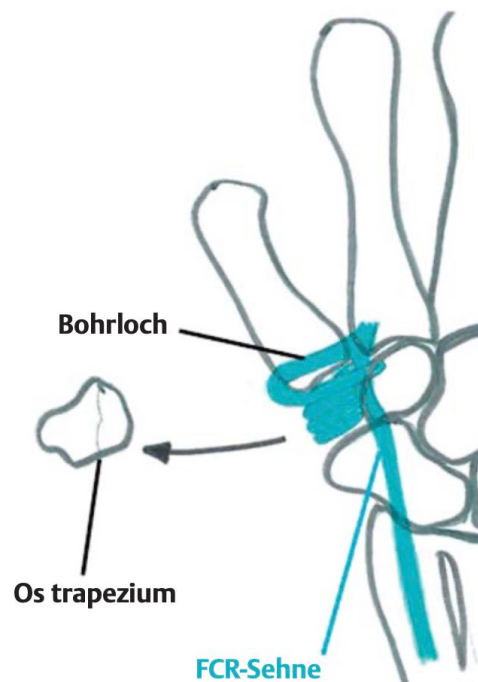


Abbildung 17: Schematische Darstellung der Sehnenaufhängung nach Epping mit Interposition [2]

## 2.5 Auswertung

Zum Dokumentieren der Daten wurde eine Tabelle in Microsoft Excel für Mac (Version 16.65, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) erstellt. Die statistische Auswertung erfolgte nach Übertragung der Daten ins Programm mit JMP (Version 16.0.0, SAS Institute, Cary, NC, USA). Zur Beratung bei der statistischen Auswertung wurde das Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen hinzugezogen.

Da drei Gruppen zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten untersucht wurden, ist die Varianzanalyse (ANOVA) angewendet worden. DASH, Pinch, Jamar und OP-Zeit wurden direkt mittels ANOVA analysiert. Bei der Auswertung des DASH-Bogens wurden die Ergebnisse mit einem Unterschied zwischen Vor- und Nachuntersuchung, der geringer als 11 Punkte war, nicht beachtet. Bei

Differenzen unter 11 Punkten beim DASH liegen keine aussagekräftigen Werte bezüglich der MCID (minimal clinically important difference) vor [51]. Bei den Parametern Winkel-MHK I/II und NAS wurden zunächst die Differenzen zwischen prä- und postoperativer Untersuchung gebildet. Daraus wurden die Mittelwerte der Gruppen 1-3 gebildet und dann diese mit der Varianzanalyse untersucht. Da die Ergebnisse beim Kapandji-Test nicht normalverteilt waren, wurde hier lediglich überprüft, ob nach der Operation bessere, gleiche oder schlechtere Ergebnisse vorlagen und dann die Gruppen miteinander verglichen.

Außerdem wurde nach Korrelationen gesucht. Dabei wurden alle Parameter gegenüber gestellt, Korrelationen untersucht und mittels student-t Test jeweils die Signifikanz überprüft.

Das Signifikanzniveau wurde bei allen Analysen auf 0,05 (5%) festgelegt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patientenkollektiv

Im Zeitraum von Juli 2019 bis Mai 2021 wurden 44 (80,0%) weibliche Patientinnen und 11 (20,0%) männliche Patienten voruntersucht, operiert und nachuntersucht. Das durchschnittliche Nachuntersuchungsintervall lag bei 9,4 Monaten. Im Median lag das Nachuntersuchungsintervall bei 9 Monaten. Bei Gruppe 1 lag das Intervall bei 9,1, bei Gruppe 2 bei 10,3 und bei Gruppe 3 bei 7,9 Monaten im Durchschnitt. Das Lebensalter des Patientenkollektivs lag zwischen 39 und 80 Jahren mit einem Mittelwert von 60,4 Jahren bei einer Standardabweichung von 8,6.

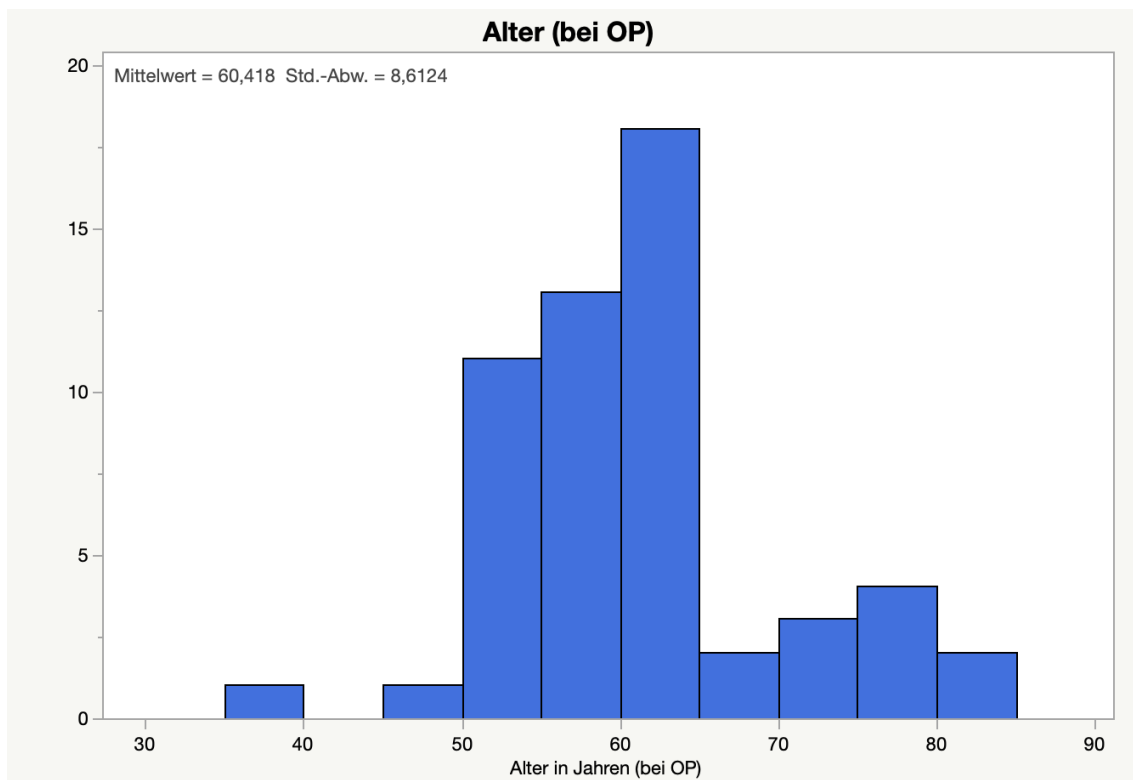


Abbildung 18: Altersverteilung bei OP in Jahren

Zum Ende der Studie bestand Gruppe 1 aus 20 (36,4 % des Gesamtkollektivs), Gruppe 2 aus 19 (34,5 %) und Gruppe 3 aus 16 Patienten (29,1 %).

22 Patienten (40 %) wurden an der dominanten Hand operiert, 31 Patienten (56,4 %) an der Gegenseite. Eine Patientin wurde beidseitig operiert und bei einer Patientin ist die Seite der dominanten Hand unbekannt. Bei 40 Patienten (72,7 %) wurde lediglich die Rhizarthrose nach den oben beschriebenen Techniken operiert. Bei 5 Patienten (10 %) wurde gleichzeitig eine Karpaltunnelspaltung durchgeführt. Bei 7 Patienten (12,7 %) wurde die STT-Arthrose mittels Hemitrapezoidektomie (Resektion des proximalen Pols) mitbehandelt. Bei einer Patientin wurde eine Tendovaginitis stenosa behandelt. Bei einer Patientin wurden sowohl eine Karpaltunnelspaltung als auch eine Hemitrapezoidektomie durchgeführt.

### **3.2 Operationsdauer**

Die Operationsdauer lag zwischen 11 min und 74 min bei Operationen ohne Zusatzprozedere. Bei Operationen mit Zusatzprozedere lag sie zwischen 15 min und 82 min. Operationen mit zusätzlichen Behandlungen wurden bei der Berechnung des Mittelwerts und der weiteren statistischen Auswertung der Operationsdauer ausgeklammert. Der Mittelwert lag insgesamt bei 28,65 min, der Median bei 25 min.

Die Streuung der Werte der Operationsdauer ist in Gruppe 1 am größten mit Werten zwischen 19 min und 74 min. Der Mittelwert sowie Median lagen bei 45 min. Bei Gruppe 2 war die Operationsdauer am kürzesten mit Zeiten zwischen 11 min und 16 min, wobei der Mittelwert und Median bei 15 min lagen. In Gruppe 3 lagen die Werte zwischen 27 min und 41 min mit einem Mittelwert von 33 min und einem Median von 30 min.

Tabelle 1: Verteilung der Operationsdauer

In 1 min	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Maximum</b>	74	18	41
<b>75 % Quartil</b>	60	16,25	38,5
<b>Median</b>	45	15	30
<b>25 % Quartil</b>	27	13	28
<b>Minimum</b>	19	11	27
<b>Mittelwert</b>	45	15	33
<b>Std.-Abweichung</b>	17	2	6
<b>N</b>	13	18	9

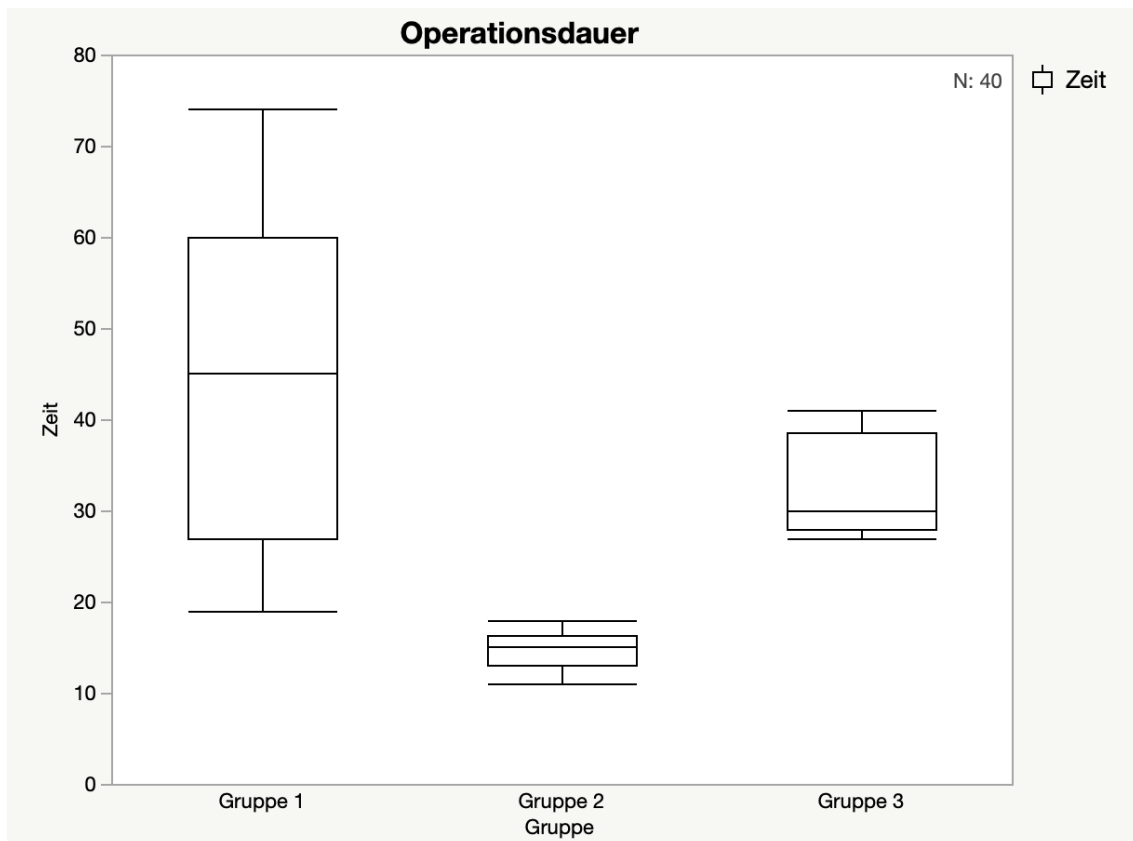


Abbildung 19: Verteilung der Operationsdauer

Wie in Tabelle 2 anhand der p-Werte zwischen  $<0,0001$  und  $0,0083$  zu erkennen ist, war der Unterschied der OP-Dauer unter allen 3 Gruppen signifikant.

Tabelle 2: Liste der sortierten Differenzen – OP-Zeit

Kategorie	Kategorie	Differenz	Std.- Fehlerdiff.	KI unten	KI oben	p-Wert
Gruppe 1	Gruppe 2	30,35470	3,699325	22,85916	37,85025	$<,0001$
Gruppe 3	Gruppe 2	18,05556	4,149292	9,64829	26,46282	$0,0001$
Gruppe 1	Gruppe 3	12,29915	4,407253	3,36920	21,22909	$0,0083$

### 3.3 DASH

Der DASH-Bogen wurde den Patienten bei der Vor- und Nachuntersuchung ausgehändigt, die Punkte errechnet und die Veränderung der Ergebnisse mittels ANOVA analysiert. Für die weitere Auswertung mussten insgesamt 13 Patienten (23,6 %) ausgeklammert werden, da das Ergebnis dieser keine Differenz von 10,83 Punkten aufwies und somit nicht von einem relevanten klinischen Unterschied auszugehen war (s. 2.3.5). In Gruppe 1 waren dies 3 Patienten und in Gruppe 2 und 3 jeweils 5 Patienten. Somit waren in dieser Auswertung lediglich 42 Patienten eingeschlossen und es lagen 84 Beobachtungen vor.

Tabelle 3: Verteilung der Ergebnisse - DASH

(in 1 Punkt)	Prä OP			Post OP		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Maximum</b>	78	98	62	38	66	44
<b>75 % Quartil</b>	66	66	56	23	36	30,5
<b>Median</b>	53	55	47	8	17,5	23
<b>25 % Quartil</b>	45,5	46	37,3	4	12,5	10,5
<b>Minimum</b>	28	34	25	0	3	5
<b>Mittelwert</b>	54,9	56,9	49,8	13,8	23,2	22,4
<b>Std.- Abweichung</b>	12,9	17,2	19,0	19,0	16,1	12,9
<b>N</b>	17	14	10	17	14	10

Vor der Operation lag das Maximum zwischen 78 Punkten in Gruppe 1, 98 Punkten in Gruppe 2 und 62 Punkten bei Gruppe 3 (ohne Ausreißer). Das Minimum lag bei Gruppe 2 am höchsten mit 34 Punkten, bei Gruppe 3 am niedrigsten mit 25 Punkten, in Gruppe 1 lag es bei 28 Punkten. Die Mittelwerte reichten von 49,8 bis 56,9 Punkten. Nach der Operation war zu erkennen, dass die Mittelwerte insgesamt niedriger lagen. In Gruppe 1 lag der Mittelwert bei 13,8 Punkten am niedrigsten, bei Gruppe 3 bei 22,4 Punkten und bei Gruppe 2 am höchsten mit 23,2 Punkten.

Tabelle 4: Liste der sortierten Differenzen Post OP - DASH

Kategorie	Kategorie	Differenz	Std.- Fehlerdiff.	KI unten	KI oben	p-Wert
Gruppe 2	Gruppe 1	9,390756	4,963423	-0,6572	19,43868	0,0661
Gruppe 3	Gruppe 1	8,576471	5,480830	-2,5189	19,67183	0,1259
Gruppe 2	Gruppe 3	0,814286	5,694171	-10,7130	12,34153	0,8870

Kein postoperatives Ergebnis der jeweiligen Gruppen unterschied sich signifikant von dem anderer Gruppen. Alle p-Werte des student-t-Tests lagen über 0,05. In Abbildung 18 war anhand der eingezeichneten Kreise (rechts), die eine Darstellung des Student-t-Tests sind, jedoch eine Tendenz erkennbar. Der Kreis mit der geringsten Überschneidung zu den anderen entspricht Gruppe 1.

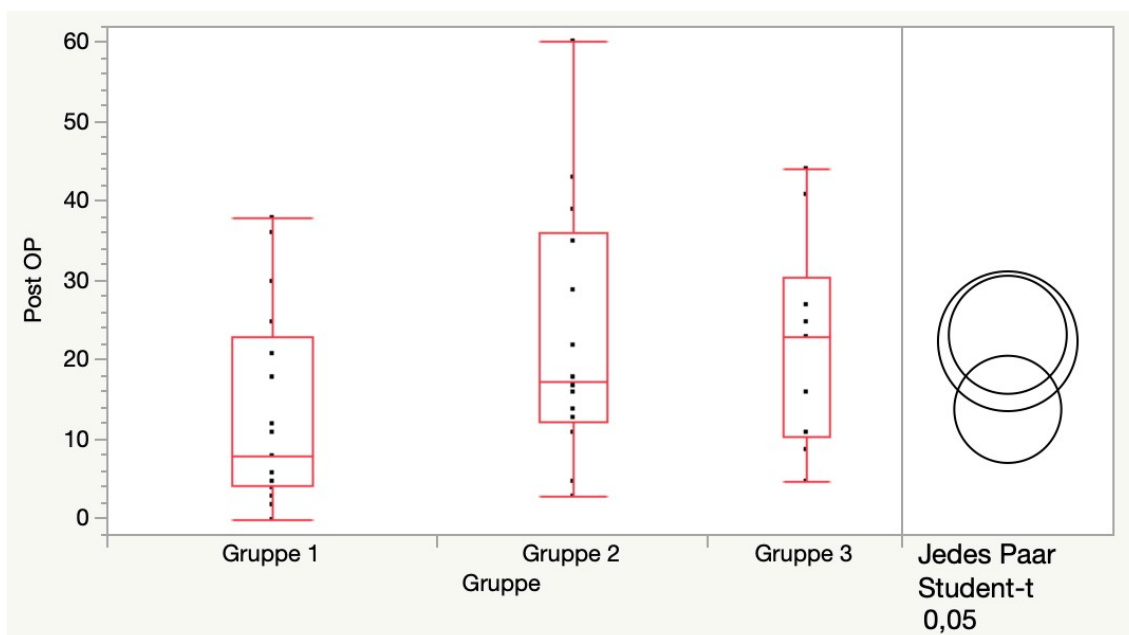


Abbildung 20: Verteilung der Ergebniss Post OP – DASH

Tabelle 5: Übersicht der Analyse des DASH-Bogen

r <sup>2</sup>	0,892224
r <sup>2</sup> korrigiert	0,885316
Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung	9,687498
Mittelwert der Zielgröße	37,32143
Beobachtungen	84

Bei der Auswertung der Ergebnisse mittels ANOVA beim DASH-Bogen beobachteten wir mit unseren vorhandenen 84 Beobachtungen ein recht hohes Bestimmtheitsmaß von 0,892 ( $r^2 = 89,2\%$ ). Dies zeigt, wie gut die Daten zu unserem Modell passen, d. h. 89,2 % der bei den Zielvariablen beobachteten Variabilität wurden durch unsere Analyse erklärt.

Tabelle 6: Parameterschätzer DASH

Term	Schätzer	Std.- Fehler	Freiheitsgrade Nenner	t-Wert	Wahrsch. >  t
Achsenabschnitt	37,627262	2,044677	39	18,40	<,0001
Gruppe[Gruppe 1]	-3,274321	2,747416	39	-1,19	0,2405
Gruppe[Gruppe 2]	3,5265837	2,929928	39	1,20	0,2360
Zeitpunkt[Post OP]	-16,53865	1,068751	39	-15,47	<,0001
Gruppe[Gruppe 1]*Zeitpunkt [Post OP]	-3,990762	1,436072	39	-2,78	0,0083
Gruppe[Gruppe 2]*Zeitpunkt [Post OP]	-0,922888	1,531471	39	-0,60	0,5503

Eine eingehende statistische Analyse zeigte in diesem Experiment den Zeitpunkt der Untersuchung als signifikante Variable mit einem p-Wert  $<0,0001$ . Damit wurde ein signifikanter Unterschied beim DASH-Ergebnis der Patienten nach der Operation nachgewiesen. Dieser statistische Unterschied konnte jedoch nicht in allen Gruppen gleichermaßen beobachtet werden. Während Gruppe 1 eine relativ hohe Signifikanz beim Unterschied der DASH-Werte bei der Nachuntersuchung aufwies (p-Wert = 0,0083), zeigte sich bei Gruppe 2 und 3 keine signifikante Veränderung. Das bedeutet, dass es einen beträchtlichen Unterschied zwischen den beobachteten Gruppen gab.

Tabelle 7: Test für feste Effekte DASH

Quelle	Anzahl Parameter	Freiheitsgrade	Freiheitsgrade Nenner	F-Wert	Wahrsch. > F
Gruppe	2	2	39	0,9921	0,3800
Zeitpunkt	1	1	39	239,4676	<b>&lt;,0001</b>
Gruppe*Zeitpunkt	2	2	39	5,9796	<b>0,0054</b>

Dieser Befund wurde auch durch den Test auf feste Effekte gestützt, der den Zeitpunkt sowie den Zusammenhang zwischen Gruppe und Zeitpunkt als signifikant für den Faktor DASH ausweist. Die Tabelle der kleinsten Quadrate unterstreicht den statistischen Unterschied zwischen den Gruppen nach und vor der Operation. Während die Gruppe 1 den größten Unterschied aufweist (entsprechend einem p-Wert von 0,0083), sind die Unterschiede bei den anderen Gruppen relativ gering.

Tabelle 8: Kleinste Quadrate Gruppe\*Zeitpunkt DASH

Stufe	Kleinste-Quadrate-Mittelwert	Std.-Fehler
Gruppe 1,Post OP	13,823529	3,5865018
Gruppe 1,Prä OP	54,882353	3,5865018
Gruppe 2,Post OP	23,692308	4,1013217
Gruppe 2,Prä OP	58,615385	4,1013217
Gruppe 3,Post OP	25,750000	4,2687910
Gruppe 3,Prä OP	49,000000	4,2687910

Obwohl diese Analyse einige Anhaltspunkte liefert, stellten wir bei der REML-Analyse fest, dass 42,9 % der Varianzen durch die Residuen in unseren Daten erklärt wurden, während etwa 57,1 % auf die Gruppe entfielen. Das heißt, dass nur bedingt statistische Schlussfolgerungen aus dieser Analyse gezogen werden konnten, da das Modell bei diesem hohen Anteil an Residuen eine hohe Variabilität aufweist.

Tabelle 9: REML-Varianzkomponentenschätzer DASH

Zufälliger Effekt	Varianz Komponente	Std.-Fehler	95% unten	95% oben	Prozent von Summe
Subject [Gruppe]	124,8233	40,318547	45,800397	203,8462	57,083
Residuum	93,847619	21,252301	62,974077	154,73099	42,917
Summe	218,67092	40,318547	157,04295	325,49422	100,000

Zusammenfassend ließ sich anhand der Vergleiche der DASH-Ergebnisse unter den drei Gruppen erkennen, dass in Gruppe 1 ein signifikanter Unterschied nach

der Operation im Vergleich zu vor der Operation erkennbar war. Bei Gruppe 2 und 3 dagegen war es nicht in der ANOVA signifikant.

Betrachtet man nun lediglich die erfassten Datenpunkte in Gruppe 2 und 3 ohne ausgeklammerte Werte (s. MCID; 2.3.5) so stellt man fest, dass es mit einem p-Wert von 0,0014 in Gruppe 2 und 0,0387 in Gruppe 3 signifikante Unterschiede in den subjektiven Einschätzungen der Patienten zwischen prä- und postoperativ gab. Da dieser statistische Test in unserer Analyse nicht angewendet wird, zeigt dies lediglich Tendenzen an.

Tabelle 10: Signifikanz Gruppe 2 und 3 reine Datentestung

<b>Korrelation</b>	<b>95% KI unten</b>	<b>95% KI oben</b>	<b>Signif. Wahrsch.</b>
Gruppe 2	0,393949	0,921423	0,0014
Gruppe 3	0,048049	0,91037	0,0387

### 3.4 Pinch

Es lagen 110 Beobachtungen vor, davon wurden je 55 bei der Voruntersuchung und 55 bei der postoperativen Untersuchung erhoben.

Tabelle 11: Verteilung der Ergebnisse - Pinch

(in 1 N)	Prä OP			Post OP		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Maximum</b>	14	12	10	7,5	12,5	6
<b>75 % Quartil</b>	9,75	10	7	5	8,5	6
<b>Median</b>	6	6	5,5	4,3	5,5	5,5
<b>25 % Quartil</b>	3,625	4	3,625	4,625	4	5
<b>Minimum</b>	1	1	0	0,5	1	3,5
<b>Mittelwert</b>	7,05	6,42	5,84	4,1	6,16	6,1
<b>Std.- Abweichung</b>	4,7	3,19	4,1	2,17	2,97	2,43
<b>N</b>	20	19	16	20	19	16

Das Maximum vor der Operation lag zwischen 14 N in Gruppe 1 (Mittelwert 7,05 N) und 10 N in Gruppe 3 (Mittelwert 5,84 N). Das Minimum lag jeweils bei 1 N (Gruppe 1) und 0 N bei Gruppe 3). Nach der Operation ließen sich stark veränderte Ergebnisse feststellen. Dabei lag das Maximum über alle Patienten bei Gruppe 2 mit 12,5 N (vorher 12 N). Bei Gruppe 1 lag es bei 7,5 N und bei Gruppe 3 bei 6 N. Der Mittelwert veränderte sich bei Gruppe 2 nur minimal von 6,42 N vor der Operation zu 6,16 N nach der Operation. In Gruppe 1 veränderte sich der Mittelwert zu 4,1 N was einem Kraftverlust von 2,95 N entspricht. In Gruppe 3 war ein erhöhter Mittelwert von 6,1 N ggü. vor der Operation erkennbar. In dieser Gruppe erhöhte sich ebenfalls das Minimum auf 3,5 N.

In Abbildung 18 und 19 ist die jeweilige Verteilung dargestellt. Zu erkennen war, dass bei der postoperativen Nachuntersuchung der Mittelwert der Gruppe 1 signifikant unter dem Mittelwert der anderen beiden Gruppen lag. Dies verdeutlicht der p-Wert, der in der Liste der sortierten Differenzen zwischen Gruppe 2 und 1 0,0147 und zwischen Gruppe 3 und 1 0,0234 beträgt. Dies

verdeutlicht sich in Abbildung 19 anhand der graphischen Kreisdarstellung des student-t-Tests. Der untere Kreis ist zu Gruppe 1 zugehörig und hat nahezu keine Überschneidung mit den anderen beiden Kreisen. In Abbildung 18 ist jedoch zu erkennen, dass vor der Operation der Mittelwert in allen Gruppen ähnlich war.

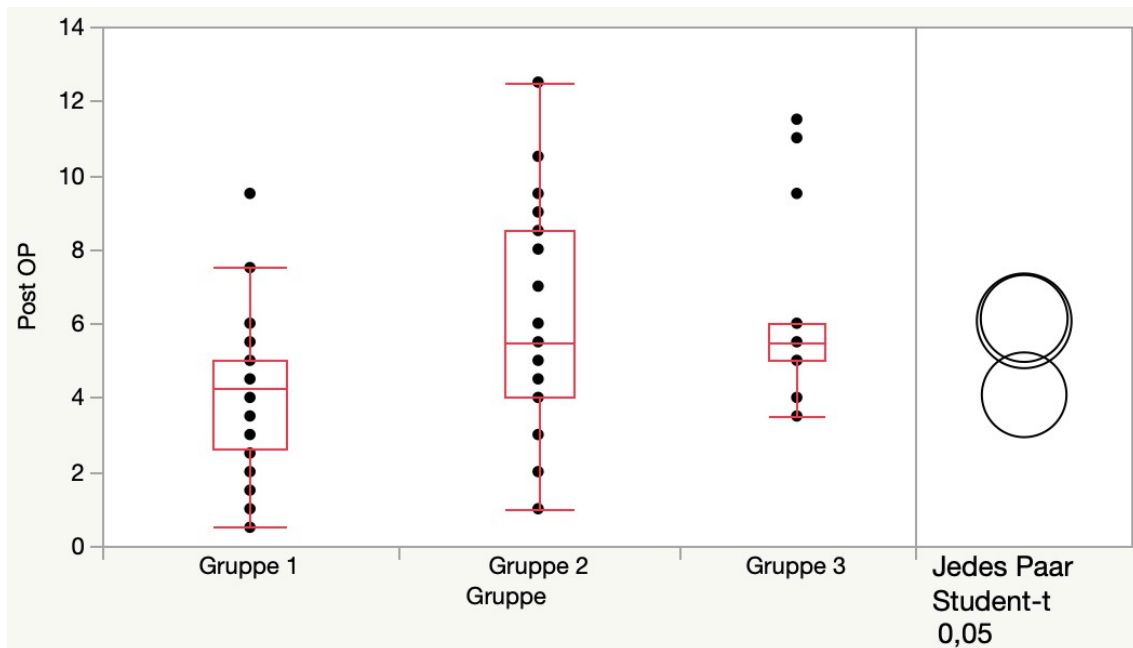


Abbildung 21: Verteilung der Kraftmessung Pinch – Post OP

Tabelle 12: Liste der sortierten Differenzen Post OP – Pinch

Kategorie	Kategorie	Differenz	Std.- Fehlerdiff.	KI unten	KI oben	p-Wert
Gruppe 2	Gruppe 1	2,057895	0,8154782	0,42152	3,694271	0,0147
Gruppe 3	Gruppe 1	1,993750	0,8537842	0,28051	3,706993	0,0234
Gruppe 2	Gruppe 3	0,064145	0,8637122	-1,66902	1,797310	0,9411

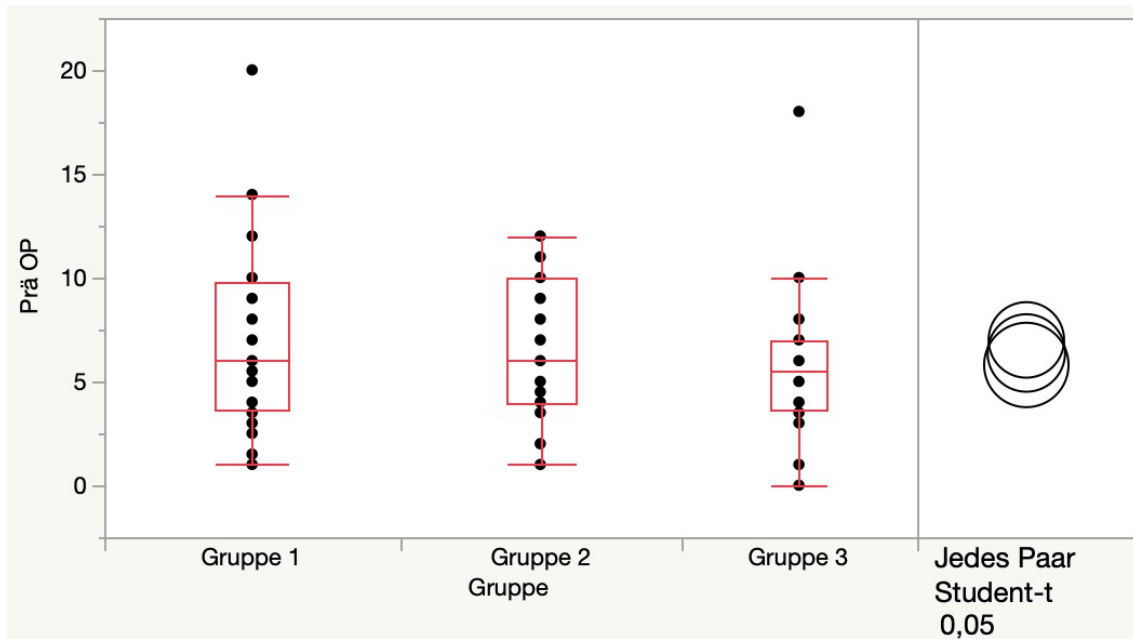


Abbildung 22: Verteilung der Kraftmessung Pinch – Prä OP

Da die alleinige Auswertung der Mittelwerte zwischen den Gruppen keine Aussagekraft hat, welche OP-Methode (Gruppe) den Patienten eine signifikante Verbesserung bietet, wurde die ANOVA durchgeführt.

Tabelle 13: Übersicht der Analyse Pinch

$r^2$	0,09896
$r^2$ korrigiert	0,05564
Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung	3,357946
Mittelwert der Zielgröße	5,936364
Beobachtungen	110

Bei der ANOVA-Auswertung der Ergebnisse aus der Kraftmessung mit dem Pinch-Gauge-Dynamometer ließ sich bei unseren 110 Beobachtungen erkennen, dass das Bestimmtheitsmaß bei 0,099 lag ( $r^2 = 9,9\%$ ). Dies bedeutet, dass

9,9 % der bei den Zielvariablen beobachteten Variabilität durch unsere Analyse erklärt werden konnte. Die weiterführende statistische Analyse zeigte, dass der Zeitpunkt hier ebenfalls bei Gruppe 1 als signifikante Variable ausgezeichnet wurde, jedoch nicht in den übrigen Gruppen. Dies spiegelt sich im p-Wert von 0,0259 in der Tabelle der Parameterschätzer unter Gruppe[Gruppe 1]\*Zeitpunkt [Post OP] wider.

Tabelle 14: Kleinste Quadrate Gruppe\*Zeitpunkt Pinch

Stufe	Kleinste-Quadrate-Mittelwert	Std.-Fehler
Gruppe 1,Post OP	2,9326420	1,9777961
Gruppe 1,Prä OP	5,8826420	1,9777961
Gruppe 2,Post OP	6,0962698	0,7990834
Gruppe 2,Prä OP	6,3594277	0,7990834
Gruppe 3,Post OP	6,0831252	2,2493559
Gruppe 3,Prä OP	5,8331252	2,2493559

Gefestigt wird diese Einschätzung bei der Betrachtung der Tabelle der kleinsten Quadrate von Gruppe\*Zeitpunkt. In dieser wurde ersichtlich, dass bei Gruppe 1 die Abstände [2,93 (Post OP) zu 5,88 (Prä OP)] am höchsten, wogegen bei Gruppe 2 und 3 nahezu keine Differenzen zu erkennen waren. Der Abstand ist jedoch bei Gruppe 1 ebenfalls gering.

Tabelle 15: REML-Varianzkomponentenschätzer Pinch

Zufälliger Effekt	Varianz Komponente	Std.-Fehler	95% unten	95% oben	Prozent von Summe
Subject[Gruppe]	0,0054394	0,0118625	-0,017811	0,0286894	0,048
Residuum	11,275799	1,5814547	8,7205062	15,151815	99,952
Summe	11,281238	1,5804744	8,7270227	15,153822	100,000

Bei der REML-Analyse wurde festgestellt, dass 99,6 % der Varianzen durch die Residuen in unseren Daten erklärt wurden, während 0,4 % auf die Gruppe entfielen. Bei solch hohen Residuen in der Analyse konnte man schließlich keine statistische Schlussfolgerung ziehen, da das Modell eine hohe Variabilität aufwies.

Zusammenfassend ließ sich erkennen, dass eine signifikante Kraftminderung bei Gruppe 1 in der postoperativen im Vergleich zur präoperativen Untersuchung bestand. (Diese war jedoch auf die isolierte Betrachtung dieser Gruppe ohne Bezug zu den anderen Gruppen zu beziehen.) Außerdem war die Aussagekraft der Analyse sehr beschränkt, da  $r^2$  niedrig war und die Residuen extrem hoch.

### 3.5 Jamar

Bei der Analyse der Messungen mit dem Jamar-Dynamometer lagen ebenfalls 110 Beobachtungen, 55 bei Vor- und 55 bei der Nachuntersuchung, vor.

Tabelle 16: Verteilung der Ergebnisse – Jamar

(in 1 N)	Prä OP			Post OP		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Maximum</b>	45	48	48	50	41	38
<b>75 % Quartil</b>	25	31	25,6	28	24	22,3
<b>Median</b>	13	20	19	16,5	18	18
<b>25 % Quartil</b>	9,6	12	10,5	12	10	10,5
<b>Minimum</b>	5	2	5	4	6	2,5
<b>Mittelwert</b>	17,4	21,7	20,2	20,5	19,2	17,9
<b>Std.- Abweichung</b>	11,1	21,6	11,6	12,5	10,6	9,0
<b>N</b>	20	19	16	20	19	16

Vor der Operation wurden Maxima von 45 N bei Gruppe 1 und 48 N bei Gruppe 2 und 3 gemessen. Die Minima lagen zwischen 2 N bei Gruppe 2 und 5 N bei den anderen beiden Gruppen. Die Mittelwerte lagen zwischen 17,4 N und 21,7 N. Bei der Nachuntersuchung lagen ähnliche Werte vor. Das Maximum in Gruppe 1 wurde mit 50 N, in Gruppe 2 mit 41 N und in Gruppe 3 mit 38 N gemessen. Die Mittelwerte lagen zwischen 17,9 N in Gruppe 3 und 20,5 N bei Gruppe 1.

Tabelle 17: p-Werte Jamar-Mittelwerte

Kategorie	Kategorie	p-Wert	
		Prä OP	Post OP
Gruppe 1	Gruppe 3	0,4795	0,4858
Gruppe 2	Gruppe 3	0,6997	0,7204
Gruppe 1	Gruppe 2	0,2527	0,7249

In Tabelle 16 ist zu erkennen, dass keine signifikanten Unterschiede vor und nach der Operation vorlagen, da die p-Werte mit 0,2527 oder höher weit von 0,05 entfernt lagen.

Tabelle 18: Bestimmtheitsmaß und Residuen – Jamar

r <sup>2</sup>	0,126947
Residuum	99,707

Wie in der Analyse der Verteilung der Ergebnisse bereits zu erkennen war, fanden sich auch in der ANOVA keine aussagekräftigen Ergebnisse zum Vergleich der Gruppen. Das Bestimmtheitsmaß lag bei etwa 12,7 % ( $r^2 = 0,127$ ), was bedeutet, dass mit der Analyse 12,7 % der Ergebnisse erfasst werden konnten. Keine untersuchte Variable wurde als signifikant ausgewiesen. Das heißt, es wurde in keiner Gruppe ein signifikanter Unterschied in der Messung mit dem Jamar-Dynamometer gefunden. In der REML-Analyse wurde ebenfalls deutlich, dass die Varianz zu 99,7% durch die Residuen erklärt wurde und somit keine statistische Aussage getroffen werden konnte.

### 3.6 Schmerz: Numerische Rating Skala

Hier wurde die NRS bei den drei beschriebenen Griffformen abgefragt, die jeweiligen Differenzen gebildet und diese unter den Gruppen verglichen. Positive Werte bedeuten eine Verschlechterung des Schmerzes, also stärkerer Schmerz bei der Nachuntersuchung. Bei negativen Werten ist es umgekehrt.

Tabelle 19: Verteilung der Differenzen – NRS

(in 1 Punkt)	Schlüsselgriff			Fingerkuppen- Flachgriff			Fingerkuppen- Spitzgriff		
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3
<b>Maximum</b>	0	3	4	0	0	0	0	0	0
<b>75 % Quartil</b>	-0,5	0	0	0	0	0	0	-1	0
<b>Median</b>	-3,5	-2	-1	0	-2	-1	-4	-3	-2
<b>25 % Quartil</b>	-5,8	-4,8	-5	-5	-5	-4,3	-6	-5	-5
<b>Minimum</b>	-8	-10	-7	-7	-7	-6	-9	-7	-6
<b>Mittelwert</b>	-3,4	-2,5	-1,9	-2,1	-2,5	-1,7	-3,1	-2,9	2,3
<b>Std.- Abweichung</b>	2,6	3,3	2,9	2,7	2,4	2,2	3,1	2,1	2,4
<b>N</b>	20	16	15	20	18	16	19	17	15

Beim Fingerkuppen-Flachgriff und -Spitzgriff zeigte sich als Maximum eine Veränderung von 0, also keine Verschlechterung oder Verbesserung der Schmerzen. Bei Gruppe 2 und 3 ergab sich beim Schlüsselgriff eine maximale Verstärkung des Schmerzes um 3 bzw 4 Punkte. Die Minima lagen über alle Gruppen und Greiformen zwischen -6 und -10, entsprechend einer deutlichen Verbesserung der Schmerzen nach der Operation. Die Mittelwerte schwankten um -1,9 bei Gruppe 3 beim Schlüsselgriff und -3,4 in Gruppe 1 ebenfalls beim

Schlüsselgriff. Die Mittelwerte bei den anderen Greifformen lagen ebenso in diesem Bereich. Insgesamt war also eine Tendenz zur Schmerzverbesserung abzulesen.

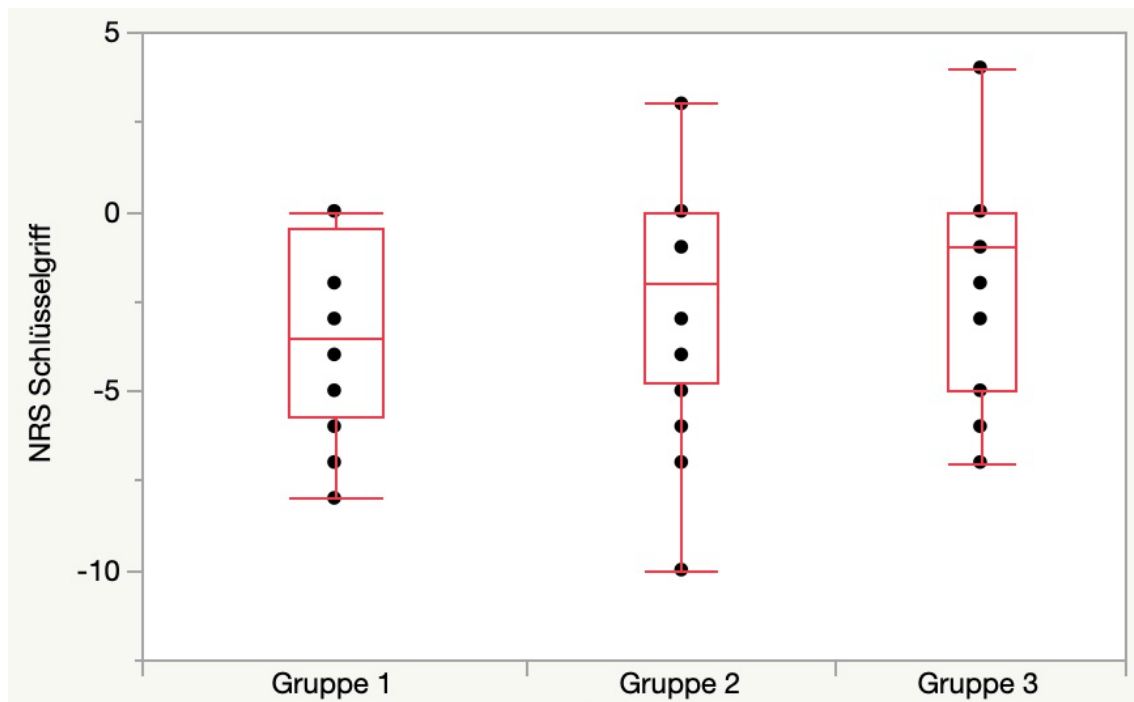


Abbildung 23: Verteilung Differenzen der NRS beim Schlüsselgriff

Mit der statistischen Analyse wurde überprüft, ob diese Tendenzen als signifikant ausgewiesen werden konnten. Das  $r^2$  lag bei allen Gruppen extrem niedrig bei  $r^2 = 0,016$  bis  $0,045$ . Also konnten mit diesem Experiment und der Analyse lediglich 1,6 % bis 4,5 % der Ergebnisse erklärt werden. Zudem lagen keine p-Werte  $<0,05$  vor. Somit konnte bei diesem Experiment keine signifikante Aussage getroffen werden, ob signifikante Veränderungen der Schmerzen bei den Greifformen vorlagen. Es zeigte sich als Tendenz eine höhere Schmerzreduktion in Gruppe 1.

Tabelle 20: p-Werte – NRS

		p-Wert		
Kategorie	Kategorie	Schlüsselgriff	Fingerkuppen- Flachgriff	Fingerkuppen- Spitzgriff
Gruppe 3	Gruppe 1	0,1421	0,6153	0,3946
Gruppe 3	Gruppe 2	0,5476	0,3355	0,5542
Gruppe 2	Gruppe 1	0,3881	0,6149	0,7985

### 3.7 Winkel MHK I/II

Tabelle 21: Verteilung der Ergebnisse – Winkel MHK I/II

(in 1 Grad)	Prä OP			Post OP		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Maximum</b>	90	90	90	85	70	65
<b>75 % Quartil</b>	70	60	65	65	60	55
<b>Median</b>	40	45	52,5	60	55	47,5
<b>25 % Quartil</b>	30	30	40	40	50	40
<b>Minimum</b>	8	30	35	30	35	30
<b>Mittelwert</b>	47,3	49,5	55,6	55,3	52,9	47,5
<b>Std.- Abweichung</b>	26,9	18,6	17,4	15,9	8,5	10,8
<b>N</b>	19	19	16	19	19	16
<b>Differenz (prä – post)</b>				-8	-3,4	8,1

Bei der Winkelmessung zwischen MHK I und II lagen je 54 Ergebnisse bei der Vor- und Nachuntersuchung vor, die analysiert wurden.

Vor der Operation lag das Maximum bei allen Gruppen bei 90 Grad. Die Minima lagen sowohl bei Vor- als auch Nachuntersuchung zwischen 30 und 35 Grad. Bei Gruppe 1 lag das Minimum jedoch vor der Operation bei 8 Grad. Vor der Operation lagen die Mittelwerte bei 47,3 Grad in Gruppe 1, 49,5 Grad in Gruppe 2 und 55,6 Grad in Gruppe 3. Dies ergab keine signifikanten Unterschiede. Nach der Operation waren die Mittelwerte bei Gruppe 1 und 2 erhöht (55,3 und 52,9 Grad). In Gruppe 3 war der Mittelwert verringert mit 47,5 Grad. Weiterhin lagen keine Signifikanzen vor.

Zur weiteren statistischen Analyse wurden die Differenzen der Ergebnisse der Gruppen von Vor- und Nachuntersuchung errechnet und die Mittelwerte per ANOVA analysiert und verglichen.

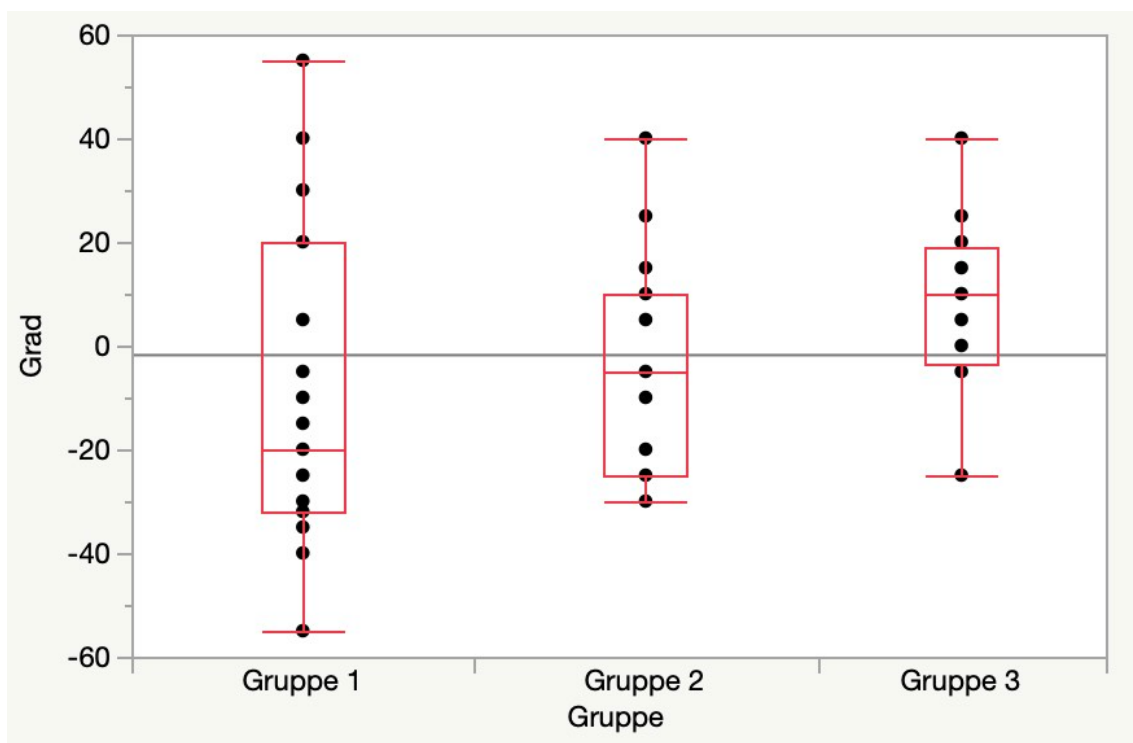


Abbildung 24: Verteilung - Differenzen des MHK-I/II-Winkels

Es wurden unterschiedliche Durchschnittswerte der Differenzen innerhalb der Gruppen festgestellt. Allerdings wurde dies nur durch ein niedriges  $r^2 = 0,077$

unterstützt. Dies bedeutet, dass etwa 7,7 % der Variabilität durch unser Modell erklärt werden konnten, was sehr niedrig ist.

Betrachtet man jedoch die Mittelwerte aller Gruppen im Experiment, so zeigte sich ein großer Unterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 3. Diese Beobachtung konnte durch die einfaktorielle ANOVA-Analyse bekräftigt werden, in der die Mittelwerte aller Gruppen dargestellt wurden. Gruppe 1 wies einen Mittelwert von -8,0 Grad auf. Das bedeutet, dass in Gruppe 1 der MHK-I/II-Winkel im Durchschnitt um 8 Grad größer wurde. In Gruppe 3 zeigten die Differenzen einen Mittelwert von 8,125 Grad. Also war der Winkel bei Gruppe 3 im Durchschnitt um etwa 8 Grad kleiner. Dies zeigte die Spannweite der Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tabelle 22: LSD-Schwellenmatrix - Differenzen des MHK-I/II-Winkel

	<b>Gruppe 3</b>	<b>Gruppe 2</b>	<b>Gruppe 1</b>
<b>Gruppe 3</b>	-16,721	-4,502	0,077
<b>Gruppe 2</b>	-4,502	-15,345	-10,766
<b>Gruppe 1</b>	0,077	-10,766	-15,345

Weiterhin wurde der statistische Unterschied zwischen den Gruppen bei Betrachtung der LSD-Schwellenmatrix deutlich, bei welcher positive Werte statistische Signifikanz aufweisen. Aus der Matrix ging hervor, dass beim Vergleich aller Gruppen sowohl Gruppe 1 als auch Gruppe 3 den größten statistischen Unterschied zwischen den Gruppen von 0,077 aufwiesen. Dies bedeutet, dass es einen signifikanten Unterschied im Experiment bei den Teilnehmern der Gruppen 1 und 3 gab.

Tabelle 23: Liste der sortierten Differenzen - MHK-I/II-Winkel

Kategorie	Kategorie	Differenz	Std.- Fehlerdiff.	KI unten	KI oben	p-Wert
Gruppe 3	Gruppe 1	16,12500	7,993537	0,0773	32,17269	0,0489
Gruppe 3	Gruppe 2	11,54605	7,993537	-4,5016	27,59375	0,1547
Gruppe 2	Gruppe 1	4,57895	7,643283	-10,7656	19,92348	0,5518

Diese Annahme wurde durch die Liste der sortierten Differenzen unterstützt, die eine statistische Signifikanz zwischen Gruppe 1 und 3 mit einem p-Wert von 0,0489 zeigte.

### 3.8 Kapandji score

Tabelle 24: Verteilung der Ergebnisse - Kapandji-Score

(in 1 Grad)	Prä OP			Post OP		
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
<b>Maximum</b>	10	10	10	10	10	10
<b>Median</b>	10	10	10	10	10	9
<b>Minimum</b>	8	4	5	7	8	0
<b>Mittelwert</b>	9,6	9,5	8,8	9,4	9,4	7,9
<b>Std.- Abweichung</b>	0,6	1,5	1,7	0,9	0,8	2,5
<b>Vollständige Opposition (in N, %)</b>	18 (94,7%)	17 (89,5%)	11 (73,3%)	16 (84,2%)	15 (78,9%)	7 (46,7%)
<b>N</b>	19	19	15	19	19	15

Zu erkennen ist, dass in allen Gruppen das Maximum vor und nach der Operation bei 10 Punkten lag. Das Minimum unterschied sich prä- und postoperativ unter den Gruppen und zeigte bei Gruppe 3 0 Punkte. Bei 6 Punkten im Kapandji-Score wird die Spitze des Mittelfingers mit dem Daumen erreicht. Dies konnten im Mittelwert alle Patienten durchführen. Absolut haben dies vor der Operation in Gruppe 2 und 3 jeweils ein Patient nicht erreicht. Bei der Nachuntersuchung erreichte lediglich ein Patient aus Gruppe 3 mit dem Punktwert 0 keinerlei Opposition. Als vollständig wurde die Opposition mit einem Punktwert von 9 angenommen. Diesen Wert erreichten nach der Operation in Gruppe 1 84,2 %, in Gruppe 2 78,9 % und in Gruppe 3 lediglich 46,7 % des Kollektives.

Tabelle 25: Entwicklung der Ergebnisse – Kapandji score

Häufigkeiten	Verschlechterung	Gleichbleibend	Verbesserung	N
<b>Gruppe 1</b>	5	10	4	19
<b>Gruppe 2</b>	6	10	3	19
<b>Gruppe 3</b>	10	3	3	16

Insgesamt wurden Daten von 54 Patienten erhoben. In Gruppe 1 und 2 ist beim Großteil des Kollektivs (jeweils 10, 53 %) der Kapandji-Score gleichbleibend gewesen. Eine Verschlechterung gab es bei 5 (26 %) Patienten in Gruppe 1, eine Verbesserung bei 4 (21 %) Patienten. Bei Gruppe 2 wurden 6 (32 %) schlechtere Ergebnisse und 3 (16 %) bessere als bei der Voruntersuchung erhoben. In Gruppe 3 lag bei 10 (63 %) der Patienten nach der Operation ein schlechterer Kapandji score vor. Gleichbleibend und verbessert war der Score jeweils bei 3 (19 %) der Patienten in dieser Gruppe. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe 3 und den anderen beiden Gruppen. Die verschlechterte Opposition nach der Operation bei dieser Gruppe grenzt sie von den Ergebnissen in Gruppe 1 und 2 signifikant ab.

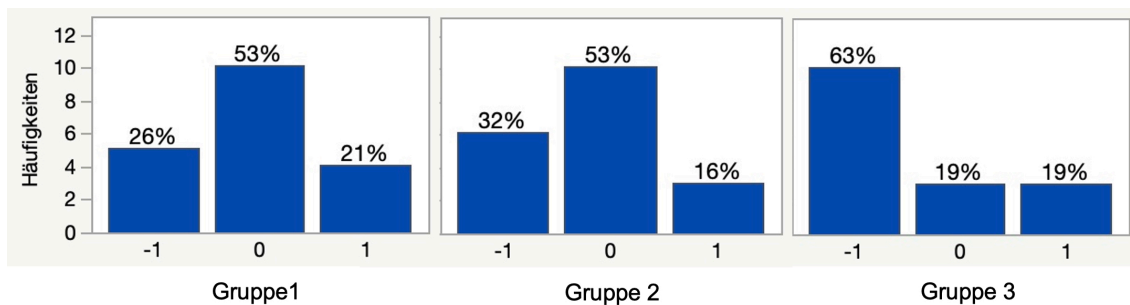


Abbildung 25: Verteilung der Ergebnisse – Kapandji

(-1 Verschlechterung, 0 gleichbleibend, 1 Verbesserung)

### 3.9 Korrelationen

Bei der Durchführung einer multivariaten Korrelationsanalyse zeigten sich diverse Korrelationen. Es folgte eine Analyse innerhalb der jeweiligen Gruppe.

So konnte beispielsweise in Gruppe 1 festgestellt werden, dass die Ergebnisse in der Winkelmessung zwischen MHK I und II signifikant abhängig waren vom Ergebnis beim Kapandji score. Bei Verlust in der Abduktion des MHK I und somit kleinerem Winkel zwischen MHK I und II konnte nur ein geringerer Kapandji score erreicht werden. Zudem zeigte sich ebenfalls, dass bei Verbesserung der NRS beim Fingerkuppen-Spitzgriff, bei der die Abduktion des MHK I eine Rolle spielt, der Kapandji score dieser Patienten schlechter wurde. Außerdem zeigte sich eine signifikante ( $p$ -Wert = 0,0046) positive Korrelation von 0,62 bei der NRS von Fingerkuppen-Spitzgriff und -Flachgriff.

In Gruppe 2 zeigte sich eine positive Korrelation von 0,66 zwischen dem Kraftzugewinn bei der Messung mit dem Pinch-Dynamometer und der NRS beim Schlüsselgriff. Diese wurde mit einem  $p$ -Wert von 0,05 als signifikant ausgewiesen. Außerdem konnte eine Korrelation von 0,8 ( $p$ -Wert = 0,0001) zwischen den Ergebnissen der Winkelmessung und der NRS beim

Fingerkuppen-Spitzgriff erkannt werden. Eine Verbesserung des Winkels zwischen MHK I und II führte zu einer deutlichen Verbesserung.

In Gruppe 3 zeigte sich ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen beim DASH und denen beim Kapandji score. Bei einer Verschlechterung des Kapandji score fiel der DASH score der Patienten schlechter aus. Umgekehrt galt, dass bei einer Verbesserung des Kapandji score der DASH score der Patienten besser ausfiel.

## 4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit vergleicht erstmals randomisiert prospektiv drei Resektions-Suspensions(-Interpositions)-Arthroplastiken zur Therapie der Rhizarthrose. Es wurden zwei Techniken mit FCR-Sehne und eine Technik mit der Verwendung der APL-Sehne verglichen. Die zwei FCR-Sehnen-Techniken unterscheiden sich beim Einbringen eines Sehnenstreifens der FCR-Sehne als Interponat in die Trapeziumhöhle und dem Umschlingen der FCR Sehne, woraus eine stärkere Fixierung resultiert. Bei der klassischen Eppingplastik (Gruppe 1) wird die FCR-Sehne etwas kürzer gespalten und kein Sehneninterponat nach Durchführung durch den Bohrkanal im MHK-I in die Trapeziumhöhle eingebracht [46]. Bei der von Burton und Pelligrini beschriebenen Methode wird dieser Sehnenstreifen länger gewonnen und in die Trapeziumhöhle eingebracht [53]. Im Deutschen Sprachgebrauch ist diese Technik als modifizierte Eppingplastik (Gruppe 3) bekannter [2]. Die APL-Sehnen-Methode (Gruppe 2) war die Technik nach Wulle, bei der auf einen Bohrkanal im MHK-I verzichtet und die APL-Sehne durch einen Schlitz in der FCR-Sehne gezogen wird [40].

Jede Technik wurde von jeweils nur einem leitenden Handchirurgen durchgeführt. Jeder Chirurg wandte die Technik an, mit welcher er am meisten vertraut war. So konnte die Expertise bei der jeweiligen Technik maximiert und Fehlerquellen minimal gehalten werden.

Zur Untersuchung der Patienten ist in der Literatur häufig das Schema nach Buck-Gramko beschrieben [54]. Bei diesem wird jedoch die operierte Hand mit der Gegenseite verglichen. Dies birgt einige Schwächen und Risiken zur Vergleichbarkeit. Beim Vergleich mit der Gegenseite wird neben der Dominanz der Hände außer Acht gelassen, dass an der anderen Hand ebenfalls eine Rhizarthrose oder andere beeinträchtigende Faktoren vorliegen können oder diese Hand möglicherweise bereits operiert wurde. Dies beeinflusst massiv die Ergebnisse einer Kraftmessung oder Schmerzabfragung. In dieser Arbeit wurde deshalb auf die Anwendung dieses Schemas verzichtet und stattdessen die

jeweilige Funktion der Hand vor und nach der Operation verglichen, um somit die Entwicklung besser abbilden zu können. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass dadurch ein Vergleich zu anderen Studien schwieriger zu ziehen war.

#### **4.1 Operationsdauer**

Wie zu erwarten lag die Operationsdauer in Gruppe 2 (APL-Sehne) unter der der anderen beiden Gruppen (FCR-Sehne). Bei der Technik nach Wulle entfällt das Bohren eines Kanals durch den MHK I und somit fällt diese Technik zeit- und materialsparender und somit möglicherweise wirtschaftlich attraktiver aus, sollten mindestens gleich gute Ergebnisse in den Gruppen herauskommen. In der Literatur sind durchschnittliche Operationszeiten von 31 min bis 76 min in der APL-Gruppe angegeben [2, 30, 55, 56]. Bei uns lag der Durchschnitt bei 15 min. Diese extreme Abweichung ist dadurch zu erklären, dass der Handchirurg bereits extrem erfahren und langjährig im Beruf war. Die durchschnittliche Operationsdauer in Gruppe 1 (Epping) lag bei 45 min, die bei der modifizierten Eppingplastik (Gruppe 3) bei 30 min. In der Literatur wird die Operationsdauer der Eppingplastik mit durchschnittlich 48 min bis 87 min angegeben [55, 57]. Die durchschnittliche Dauer bei der modifizierten Eppingplastik wird mit 78 min angegeben [2]. Auffällig ist dabei, dass bei unserem Kollektiv die Operationsdauer in Gruppe 1 grösser war als in Gruppe 3, was durch die Operation selbst nicht erklärt werden kann. Bei der modifizierten Eppingplastik (Gruppe 3) sind durch das Einbringen in die Trapeziumhöhle und das Umschlingen der FCR-Sehne mehr Operationsschritte nötig. Nach Durchsicht der Unterlagen wurde jedoch ersichtlich, dass in Gruppe 1 deutlich mehr Instruktionsoperationen durch den leitenden Operateur durchgeführt wurden, was die erhöhte Operationsdauer erklärt.

#### **4.2 DASH**

In der Analyse der DASH-Werte fiel wie zu erwarten auf, dass in allen Gruppen

nach der Operation niedrigere Mittelwerte vorlagen als zuvor. Der größte Unterschied lag bei Gruppe 1. In der ANOVA-Analyse wurde diese Beobachtung mit einer Signifikanz belegt. In Gruppe 1 wurde der Zeitpunkt der Untersuchung, also prä- oder postoperativ, als signifikant ausgewiesen. In den anderen Gruppen konnte diese Signifikanz in Abgrenzung zu jeweiligen anderen Gruppen nicht festgestellt werden, obgleich beim direkten Vergleich der jeweiligen Werte vor und nach der Operation jeweils Verbesserungen vorlagen und somit Tendenzen erkennbar sind. Rab et. al. beschrieben bei ihrem Vergleich der Techniken von Epping und Wulle ebenfalls keinen Unterschied gefunden zu haben [55]. Das gleiche ist beim Vergleich der Techniken von Burton-Pellegrini und Sigfusson und Lundborg beschrieben worden [2].

### **4.3 Kraft: Pinch und Jamar**

Bei der Auswertung der Ergebnisse aus den Messungen mit dem Pinch-Gauge-Dynamometer konnte festgestellt werden, dass in allen Gruppen in unserem Untersuchungsintervall eine Kraftminderung vorhanden war. In Gruppe 1 bestand eine Signifikanz zwischen prä- und postoperativer Untersuchung, die von den Ergebnissen bei Gruppe 2 und 3 abgegrenzt werden konnte. Zusammenfassend war erkennbar, dass Patienten aus Gruppe 1 signifikant weniger Kraft aufbringen konnten als Patienten aus den anderen Gruppen. Dies ließe möglicherweise dadurch erklären, dass bei der Operationstechnik, die in Gruppe 1 angewendet wurde, die Trapeziumhöhle nicht mit Sehnenmaterial aufgefüllt wird. Das kann zu einer schlechteren Kraftübertragung führen. Weiterhin könnte eine Proximalisierung des MHK-I ebenfalls verantwortlich sein, die zwar durch die Suspensions-Arthroplastik verhindert werden soll, jedoch durch eine zusätzliche Interposition wie in Gruppe 3 oder eine stärkere Fixierung wie in Gruppe 2 besser verhindert werden könnte. Rab et al. beobachteten ähnliches. Bei Ihnen zeigten Patienten der APL-Gruppe (unsere Gruppe 2) höhere Werte als die FCR-Gruppe (Gruppe 1 unserer Studie) [55]. Field et al. dagegen verglichen in ihrer Studie eine Gruppe mit einer Trapezektomie mit einer

Gruppe, bei der die modifizierte Eppingmethode angewendet wurde. Dabei wollten sie herausfinden, ob die aufwendigeren Suspensions-Arthroplastiken den Vorteil ggü. der reinen Trapezektomie mit Kapselstraffung bieten, den man sich erhoffte. Betrachtete man die Kraftmessung, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, sowohl in der Pinch- als auch Jarmarmessung [58]. Bei Esenwein et al. konnten grundsätzlich erhöhte Kräfte gemessen werden. Jedoch zeigte sich kein signifikanter Unterschied der Gruppen untereinander, was sich mit unseren Ergebnissen der Gruppen 2 und 3 deckt [2]. Die absolut gemessenen Kraftwerte lagen etwas niedriger als in der vergleichbaren Literatur [2, 41, 55, 59].

Bei der Messung mit dem Jamar-Dynamometer wurden in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen sowie prä- und postoperativ gefunden. Dies ist nicht verwunderlich, da die geforderte Bewegung weniger das Daumensattelgelenk fordert als beispielsweise die Messung der Kraft beim Pinch-Test. Diese Beobachtung deckt sich mit den Erkenntnissen von Esenwein et al. [2]. Rab et al. konnten wie bei ihren Ergebnissen beim Pinch-Test erhöhte Kräfte in der APL-Gruppe messen [55]. Die durchschnittliche Kraft lag mit ca. 19 N unter den bei Angly et al. gemessenen 30 kg. Diese Beobachtung ist selbstverständlich sehr vom Patientenkollektiv und dem Nachuntersuchungsintervall abhängig [59].

#### **4.4 Schmerz**

In der Analyse der Schmerzentwicklung war eine zu erwartende Verbesserung der Schmerzen zu erkennen. Zwischen den Gruppen konnte keine signifikante Abgrenzung erfolgen. Tendenzen zeigten jedoch eine höhere NRS in Gruppe 2 und 3, was mglw. mit der bereits oben beschriebenen erhöhten Kraftentwicklung zusammenhängen könnte. Durch ein besseres Widerlager in diesen Gruppen, können höhere Kräfte aufgebracht werden, die in höheren Druckspitzen und somit höheren Schmerzen resultieren können.

Die fehlende signifikante Abgrenzung der Gruppen untereinander deckt sich mit den Angaben der Literatur von Esenwein et al. Sie erhielten ähnliche Mittelwerte der Schmerzreduktion von 1,5-2 Punkten in der Visuellen Analog-Skala [2]. Rab et al., die wie Esenwein et al. in ihrer Studie jeweils eine FCR- und eine APL-Gruppe untersuchten, erhielten höhere Unterschiede. Dies hängt möglicherweise mit dem längeren Nachuntersuchungszeitraum von zwei bis drei Jahren zusammen [55]. Grill untersuchte im Rahmen ihrer Dissertation zwei Gruppen, bei denen die APL-Techniken nach Sirotakova und nach Lundborg angewendet wurden. Sie untersuchte an zwei Zeitpunkten, nach drei und neun Monaten, mittels der VAS den Schmerz in Ruhe und unter Belastung. Auch hier konnte eine signifikante Reduktion der Schmerzen gefunden werden, jedoch kein Unterschied zwischen den Gruppen [60].

#### **4.5 Beweglichkeit: Winkel MHK I/II und Kapandji-Score**

In der Analyse der Winkel zwischen MHK I und II in Radialduktion konnten in Gruppe 1 und 2 erhöhte Winkel postoperativ von 55,3 und 52,9 Grad gemessen werden. In Gruppe 3 verringerte sich die Abduktion um ca. 8 Grad auf 47,5 Grad. Interessant ist hierbei, dass sich bei Gruppe 1 der Winkel der Radialduktion des MHK-I verbesserte und dies signifikant ggü. Gruppe 3 war. Der Unterschied der beiden Techniken lag in der Interposition der länger gestielten FCR-Sehne, die bei Gruppe 3 in die Trapeziumhöhle eingebracht wurde, und der engeren Raffung. Dies könnte zu einer Bewegungseinschränkung in Gruppe 3 geführt haben. Ebenso war die Beweglichkeit ggü. Gruppe 2 verringert. In der Literatur wird eine identische Entwicklung der Radialduktion der untersuchten APL- und modifizierten Eppingplastik beschrieben [2] und genauso wie bei unserer Studie eine ähnliche Entwicklung bei der Technik nach Epping und Wulle [55]. Andere Studien zeigen ähnliche Winkel postoperativ nach verschiedenen FCR- und APL-Techniken [58, 60, 61].

Bei Betrachtung der Oppositionsfähigkeit des Daumens, die mittels des Kapandji-Index geprüft wurde, zeigte sich ebenfalls in Gruppe 3 eine

Bewegungseinschränkung ggü. dem Zustand vor Operation, der signifikant zu den Ergebnissen in Gruppe 1 und 2 war. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen bei der Messung des Winkels bei Radialduktion des MHK-I. Durch die Einbringung des Sehnenmaterials in die Trapeziumhöhle könnte diese Bewegungseinschränkung erklärt werden. In der Literatur werden ähnliche Ergebnisse in der Opposition und beim Kapandji-Index beschrieben [55, 60, 62]. Auffällig war jedoch, dass in unserer Gruppe 3 der Anteil der Patienten, die eine vollständige Opposition durchführen konnten, geringer war als in der Literatur bekannt [2]. Als mögliche Ursache könnte man über eine straffere Fixierung des FCR-Sehnenstrangs spekulieren.

#### **4.6 Fehleranalyse und Ausblick auf mögliche weitere Studiendesigns**

Durch die unterschiedlich langen durchschnittlichen Nachuntersuchungsintervalle der Gruppen zwischen 7,9 und 10,3 Monaten könnten bei den klinischen Untersuchungen die Ergebnisse erheblich beeinflusst worden sein. Zudem wurden nicht alle Patienten von demselben Untersucher vor- bzw. nachuntersucht. Dies kann bei gewissen Tests zu Verfälschungen führen. Durch eine Auswahl möglichst standardisierter Untersuchungen wie dem DASH, den Krafttests oder dem Kapandji-Score konnten jedoch im Bereich subjektiver Abfrage und Einschränkungen, Kraft und Beweglichkeit Daten mit hoher Aussagekraft gewonnen werden. Weiterhin ist ein großer beeinflussender Faktor im Rahmen von Nachuntersuchungen der Alltag und Beruf von Patienten. Dies ist ein Faktor, der schwierig ausgeglichen werden kann. In einer weiterführenden Studie wäre es natürlich möglich, diesen Aspekt mit zu beachten und dementsprechend in jeder Gruppe Untergruppen aus verschiedenen Berufsfeldern zu bilden. Dazu müsste jedoch ein großes Kollektiv erstellt werden, um eine ausreichende Untergruppengröße zu erlangen. Zudem ist es sicherlich von großer Bedeutung, auch den langfristigen Verlauf der Patienten zu begutachten, um feststellen zu können, welche Technik nach beispielsweise 3 bis 5 Jahren in welcher Hinsicht überlegen ist. Auch dazu sollte ein großes

Kollektiv gesammelt werden, da durch Verlust von Patienten über Jahre durch unterschiedlichste Gründe das Kollektiv kleiner werden wird. Grundsätzlich ist es sinnvoll, die Kollektivgröße zu erhöhen, um eine höhere statistische Aussagekraft zu erzielen. Wie anhand unserer Auswertung erkennbar war, war diese in dieser Arbeit teilweise sehr eingeschränkt.

Als weiteren Punkt zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien bietet es sich an, das Bewertungsschema nach Buck-Gramko zu verwenden. Da dort jedoch lediglich die Seiten miteinander verglichen werden, zeigt dieses Schema ebenfalls Schwächen. So sollte zusätzlich der Vergleich im zeitlichen Verlauf mit Untersuchungen vor und nach der Operation erfolgen. Ebenso wäre in der Zukunft eine Studie sehr interessant, bei welcher der Gelenkersatz des Daumensattelgelenks durch eine Prothese in einer Gruppe mituntersucht würde.

Speziell der genauere Vergleich der Epping- und modifizierten Eppingplastik bleibt nach unserer Studie interessant. Möglicherweise ließe sich ein röntgenologisches Korrelat im Sinne einer Proximalisierung des MHK-I-Knochens finden. Dies könnte den Unterschied in der Kraftentwicklung zwischen den beiden Techniken erklären. Da es in unserem Kollektiv keine medizinischen Indikationen für ein postoperatives Röntgen im Nachuntersuchungsintervall gab, mussten wir leider auf diese Untersuchung verzichten.

#### **4.7 Schlussfolgerung**

Die in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse zeigen wie erwartet Vor- und Nachteile aller Gruppen auf. Beim subjektiven Eindruck der Patienten, gemessen mittels DASH-Bogen, erhielten wir nach Operation der Eppingplastik die besten Werte. Da diese Technik bei der Beweglichkeit ebenfalls überzeugend war, kann diese den Patienten allgemein empfohlen werden. Im Vergleich zu der modifizierten Eppingplastik zeigte sich jedoch eine verminderte Kraftentwicklung, die mit dem eingebrachten Sehnenstreifen in die Trapeziumhöhle zusammenhängen könnte. Dieser kann eine Proximalisierung des MHK-I verringern oder verhindern und als Widerlager bei Kraftaufwendung dienen.

Nachteilig bleibt zu bewerten, dass möglicherweise eben dieser Sehnenstreifen die Beweglichkeit einschränkt, was in den Ergebnissen signifikant war.

Somit ließe sich für diese Techniken grob resümieren, dass die Eppingplastik für Patienten mit erhöhtem Bewegungsbedarf im Daumensattelgelenk geeignet ist. Die modifizierte Eppingplastik dagegen wäre für Patienten mit höherem Kraftbedarf im Daumen nützlicher.

Bei Betrachtung der Schmerzentwicklung ließ sich keine Signifikanz erkennen. Es sollte in Langzeitbeobachtungen jedoch beurteilt werden, ob gewisse Techniken zu Schmerzen oder Überlastungszeichen führen.

Betrachtet man den wirtschaftlichen Aspekt einer Operation gemessen an Ressourcen- und Personalbindung durch Operationszeit, so ist die Technik nach Wulle am besten geeignet. Diese ist weniger aufwendig, da zum Beispiel kein Bohrkanal geschaffen werden muss und steht den anderen Techniken in keiner Weise nach, da sich sowohl subjektives Empfinden als auch Kraft und Bewegung insgesamt positiv entwickelten.

So lässt sich anhand der gewonnenen Erkenntnisse in Absprache mit dem Patienten die für ihn richtige Technik je nach Tätigkeitsprofil auswählen.

## 5 Zusammenfassung

Die Rhizarthrose ist eine Erkrankung mit hoher Inzidenz in der Bevölkerung, vor allem bei älteren Frauen. Ab einem fortgeschrittenen Stadium und klinischen Bild ist die Operation die Therapie der Wahl. Es stehen einige Techniken zur Verfügung. Die Trapezektomie mit Kapselstraffung stellt hierbei die am wenigsten aufwendige Technik dar. Am häufigsten verwendet sind die mit der Zeit entwickelten Resektions-Suspensions-Interpositions-Arthroplastiken. Bei diesen wird nicht nur das Os Trapezium entfernt (Resektion), sondern der MHK-I gegenüber einer Proximalisierung und dadurch möglicherweise entstehender Funktionseinschränkung gesichert (Suspension). Dabei wird meist durch einen Bohrkanal in diesem Knochen eine gestielte Sehne (zumeist FCR-Sehne) hindurch gezogen und gespannt. Bei manchen Techniken wird der Sehnenstiel etwas länger gewonnen und in die nach der Trapeziumresektion entstehende Höhle eingebracht (Interposition). Außerdem finden jüngere Techniken wie zum Beispiel ein Gelenkersatz durch Endoprothesen Anwendung.

In dieser Arbeit wurden drei etablierte Resektions-Suspensions(-Interpositions)-Arthroplastiken mittels randomisierter prospektiver Studie verglichen. Thema der Fragestellung war hierbei, ob sich zwischen den Techniken signifikante Unterschiede bei der eigenen subjektiven Einschätzung der Patienten, der Bewegungswiederherstellung, Kraftwiederherstellung, Schmerzreduktion und Operationsdauer zeigen. Bei den angewendeten Operationstechniken handelte es sich zum Einen um die Eppingplastik, bei der ein FCR-Sehnenstreifen durch den Bohrkanal im MHK-I gespannt wird. Zum Anderen wurde die modifizierte Eppingplastik angewendet, bei der der Sehnenstreifen länger gewonnen wurde und als Interpositionsmaterial in die Trapeziumhöhle eingebracht wurde. Außerdem kam die Technik nach Wulle zur Anwendung, bei welcher auf einen Bohrkanal verzichtet wird und die APL-Sehne um die FCR-Sehne geschlungen wird, um eine Suspension des MHK-I zu erzielen. Jede Operationstechnik wurde jeweils von nur einem leitenden Operateur durchgeführt.

Es konnten zwischen Juli 2019 und Mai 2021 Ergebnisse von insgesamt 55 Patienten ausgewertet werden. Mittels diverser standardisierter Tests wurden diese Patienten vor und im Mittel 9,4 Monate nach der Operation untersucht. Ihnen wurde der DASH-Bogen ausgehändigt, mit welchem die subjektive Einschätzung der Patienten abgefragt werden kann. Außerdem wurden Krafttests mit dem Pinch- und dem Jamar-Dynamometer durchgeführt. Weiterhin wurde der Schmerz mittels Numerischer-Rating-Skala abgefragt und die Beweglichkeit mittels Kapandji-Index und Winkelmessung überprüft.

Die Ergebnisse zeigten vor allem zwischen der Epping- und der modifizierten Eppingplastik signifikante Unterschiede. Patienten, die der Eppingplastik unterzogen wurden, gaben im DASH-Bogen signifikant bessere subjektive Einschätzungen mit durchschnittlich 13,8 Punkten im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen an ( $p = 0,008$ ). Außerdem war die Beweglichkeit im Daumen bei der Gruppe der modifizierten Eppingplastik postoperativ eingeschränkt (Kapandji-Index postoperativ geringer als präoperativ bei 63% der Patienten). Dagegen konnte bei dieser Technik eine signifikant höhere Kraftentwicklung (Pinch) von 6,16 N im Daumen gemessen werden ( $p = 0,015$ ) als bei Patienten nach der Eppingplastik (4,1 N). Dies kann mit der Interposition des längeren Sehnenstreifens zusammenhängen. Nicht überraschend ist die signifikant kürzere Operationsdauer bei der Technik nach Wulle, die im Mittel 30 min kürzer ausfiel ( $p = <0,001$ ), welche u.a. durch den geringeren Aufwand durch den Verzicht auf einen Bohrkanaal zustande kommt. Auch bei den übrigen untersuchten Parametern zeigten sich über alle Gruppen hinweg deutliche Verbesserungen.

Es lässt sich somit nun mit dem Patienten gemeinsam entscheiden, welche Technik für ihn am ehesten in Frage kommt. Wird eine kurze Operationszeit und weniger aufwendige Operation bevorzugt wie bei der Technik nach Wulle? Oder ist die Beweglichkeit im Daumen für den Alltag wichtiger als die Kraft? So kann die geeignete Methode empfohlen werden.

## Literaturverzeichnis:

1. Sauerbier, M., et al., *Die Handchirurgie*. 2015: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
2. Esenwein, P., et al., *Ein randomisierter prospektiver Vergleich der Verwendung der Abduktor pollicis longus-Sehne und der Flexor carpi radialis-Sehne bei der Resektions-Suspensions-Interpositions-Arthroplastik in der operativen Therapie der Rhizarthrose*. Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie, 2011. **43**(05): p. 289-294.
3. Tittel, K. and K. Opitz, *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*. 1963: G. Fischer Jena.
4. Hirt, b.S., harun; Wagner, Michael, *Hand and Wrist Anatomy and Biomechanics : A Comprehensive Guide*. Vol. 1. 2017.
5. Schmidt, H.-M. and U. Lanz, *Chirurgische anatomie der hand*. 2003: Georg Thieme Verlag.
6. Fick, A., *Die gelenke mit sattelförmigen flächen*. Z Med, 1854. **4**: p. 314.
7. Schmidt, H. and B. Geissler, *Joint surfaces of the carpometacarpal articulation of the thumb in man*. Gegenbaurs morphologisches Jahrbuch, 1983. **129**(5): p. 505.
8. Napier, J., *The form and function of the carpo-metacarpal joint of the thumb*. Journal of Anatomy, 1955. **89**(Pt 3): p. 362.
9. ZANCOLLI, E.A., C. ZIADENBERG, and E. ZANCOLLI JR, *Biomechanics of the trapeziometacarpal joint*. Clinical Orthopaedics and Related Research®, 1987. **220**: p. 14-26.
10. Ateshian, G., M. Rosenwasser, and V. Mow, *Curvature characteristics and congruence of the thumb carpometacarpal joint: differences between female and male joints*. Journal of biomechanics, 1992. **25**(6): p. 591-607.
11. Hollister, A., et al., *The axes of rotation of the thumb carpometacarpal joint*. Journal of Orthopaedic Research, 1992. **10**(3): p. 454-460.
12. Kaufmann, P.B., *In. Schiebler HT, ed. Anatomie*. 2005, Heidelberg: Springer.
13. Zumhasch, R., *Die Anatomie und Biomechanik des Daumensattelgelenks*. Praxis Handreha, 2020. **1**(02): p. 84-86.
14. Hirt, B., et al., *Anatomie und Biomechanik der Hand*. 2014: Georg Thieme Verlag.
15. Matthijs, O., *Manuelle Therapie der peripheren Gelenke: Ellenbogen, Hand*. 2. Vol. 2. 2003: Elsevier, Urban&FischerVerlag.
16. Imaeda, T., et al., *Anatomy of trapeziometacarpal ligaments*. The Journal of hand surgery, 1993. **18**(2): p. 226-231.
17. Klenner, A.F., *Differenzierte Indikationsstellung und Behandlung der traumatischen und degenerativen Veränderung am Daumensattelgelenk*. Duisburg: Universität Duisburg-Essen, 2004. **2**.
18. Atroshi, I., et al., *The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: reliability and validity of the Swedish version evaluated in 176 patients*. Acta Orthopaedica Scandinavica, 2000. **71**(6): p. 613-618.

19. Cooney, W.P., et al., *The kinesiology of the thumb trapeziometacarpal joint*. J Bone Joint Surg Am, 1981. **63**(9): p. 1371-1381.
20. Hollister, A. and D.J. Giurintano, *Thumb movements, motions, and moments*. Journal of Hand Therapy, 1995. **8**(2): p. 106-114.
21. Koebke, J., *A biomechanical and morphological analysis of human hand joints*. 1983.
22. Cooney 3rd, W. and E. Chao, *Biomechanical analysis of static forces in the thumb during hand function*. JBJS, 1977. **59**(1): p. 27-36.
23. Schmitt, R. and U. Lanz, *Bildgebende Diagnostik der Hand*. 1996: Hippokrates Verlag Stuttgart.
24. Forrestier, J., *Lostéo-arthrite sèche trapéziométagarpienne (rhizarthrose du pouce)*. Presse Med, 1937. **45**: p. 315-317.
25. Kirk, J., B. Ansell, and E. Bywaters, *The hypermobility syndrome. Musculoskeletal complaints associated with generalized joint hypermobility*. Annals of the Rheumatic Diseases, 1967. **26**(5): p. 419.
26. Pellegrini Jr, V.D., *Osteoarthritis at the base of the thumb*. Orthopedic Clinics of North America, 1992. **23**(1): p. 83-102.
27. Meier, R., et al., *Prävalenz der Rhizarthrose*. Obere Extremität, 2011. **6**(2): p. 115-117.
28. SWANSON, A.B., *Disabling arthritis at the base of the thumb: treatment by resection of the trapezium and flexible (silicone) implant arthroplasty*. JBJS, 1972. **54**(3): p. 456-471.
29. EATON, R.G. and J.W. LITTLER, *Ligament reconstruction for the painful thumb carpometacarpal joint*. JBJS, 1973. **55**(8): p. 1655-1666.
30. Repmann, J., *Die operative Behandlung der Rhizarthrose mittels Resektions-Interpositions- Arthroplastik : Eine Verlaufsbeobachtung*. 2003.
31. Swigart, C.R., et al., *Splinting in the treatment of arthritis of the first carpometacarpal joint*. The Journal of hand surgery, 1999. **24**(1): p. 86-91.
32. Day CS, G.R., Patel AA, Vogt MT, Ditsios K, Boyer MI, *Basal joint osteoarthritis of the thumb: a prospective trial of steroid injection and splinting*. J Hand Surg Am, 2004. **29**(2): p. 247-51.
33. Bahadır, C., et al., *Comparison of therapeutic effects of sodium hyaluronate and corticosteroid injections on trapeziometacarpal joint osteoarthritis*. Clinical rheumatology, 2009. **28**(5): p. 529-533.
34. ter Huurne, M., et al., *Antiinflammatory and chondroprotective effects of intraarticular injection of adipose-derived stem cells in experimental osteoarthritis*. Arthritis & Rheumatism, 2012. **64**(11): p. 3604-3613.
35. Haas, E.M., E. Volkmer, and R.E. Giunta, *Pilot study on the effects and benefits of autologous fat grafting in osteoarthritis of the CMC-1 joint compared to intraarticular cortisone injection: results after 3 months*. Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie: Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie: Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefäße: Organ der V... 2017. **49**(5): p. 288-296.
36. Epping, W., *Die operative Behandlung der Sattelgelenkarthrose*. Handchirurgie, 1983. **15**: p. 168-176.

37. Burton, R.I. and V.D. Pellegrini, *Surgical management of basal Joint arthritis of the thumb. Part II. Ligament reconstruction with tendon interposition arthroplast.* Journal of Hand Surgery, 1986. **11**(3): p. 324-332.
38. Martini, A., *Die operative Behandlung der Daumensattelgelenksarthrose.* Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete, 1985. **123**(01): p. 44-53.
39. Sigfusson, R. and G. Lundborg, *Abductor pollicis longus tendon arthroplasty for treatment of arthrosis in the first carpometacarpal joint.* Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery, 1991. **25**(1): p. 73-77.
40. Wulle, C., *Die Abductor pollicis longus-Plastik zur Behandlung der Daumensattelgelenkarthrose.* HANDCHIRURGIE MIKROCHIRURGIE PLASTISCHE CHIRURGIE, 1993. **25**: p. 250-250.
41. Sirotakova, M., A. Figus, and D. Elliot, *A new abductor pollicis longus suspension arthroplasty.* The Journal of hand surgery, 2007. **32**(1): p. 12-22.
42. Nicoloff, M. and H. Dittmer, *Rippenknorpeltransplantat bei der Daumensattelgelenkarthrose.* Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie, 1999. **31**(06): p. 383-388.
43. Van Cappelle, H.G., R. Deutman, and J.R. Van Horn, *Use of the Swanson silicone trapezium implant for treatment of primary osteoarthritis: long-term results.* JBJS, 2001. **83**(7): p. 999-1004.
44. van Cappelle, H.G., P. Elzenga, and J.R. van Horn, *Long-term results and loosening analysis of de la Caffiniere replacements of the trapeziometacarpal joint.* The Journal of hand surgery, 1999. **24**(3): p. 476-482.
45. Katerla, D., et al., *Erfahrungen mit Endoprothetik am Daumensattelgelenk.* Der Orthopäde, 2022. **51**(1): p. 29-35.
46. Epping, W., *Die Suspensionsplastik zur Behandlung der Sattelgelenksarthrose.* Operative Orthopädie und Traumatologie, 1989. **1**(2): p. 100-108.
47. Kapandji, A., *[Clinical test of apposition and counter-apposition of the thumb].* Ann Chir Main, 1986. **5**(1): p. 67-73.
48. Laier, P., J. Haubold, and E. Weiss, *Basisuntersuchung der Hand und Propädeutik,* in *Handchirurgie.* 2011, Springer. p. 13-25.
49. Berger, A. and R. Hierner, *Plastische Chirurgie: Band IV: Extremitäten.* Vol. 4. 2008: Springer Science & Business Media.
50. Germann, G., G. Wind, and A. Harth, *The DASH (Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire--a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome.* Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie: Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie: Organ der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Mikrochirurgie der Peripheren Nerven und Gefässe: Organ der V... 1999. **31**(3): p. 149-152.
51. Franchignoni, F., et al., *Minimal clinically important difference of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure (DASH) and*

- its shortened version (QuickDASH)*. J Orthop Sports Phys Ther, 2014. **44**(1): p. 30-9.
52. Sigfusson, R. and G. Lundborg, *Abductor Pollicis Longus Tendon Arthroplasty for Treatment of Arthrosis in the First Carpometacarpal Joint*. 1991. **25**(1): p. 73-77.
  53. Pellegrini, V.D. and R.I. Burton, *Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part I. Long-term results of silicone implant arthroplasty*. Journal of Hand Surgery, 1986. **11**(3): p. 309-324.
  54. Buck-Gramcko, D. and K. Wöbcke, *Behandlung der Sattelgelenksarthrose mit der FCR-Aufhängemethode*. Daumensattelgelenksarthrose. Bibliothek für Handchirurgie. Stuttgart: Hippokrates, 1994: p. 56-67.
  55. Rab, M., et al., *Ergebnisse nach Resektions-Suspensions-Arthroplastik bei Rhizarthrose: Vergleich der Abductor pollicis longus-mit der Flexor carpi radialis-Sehnensuspension*. Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie, 2006. **38**(02): p. 98-103.
  56. Erne, H.C., et al., *Resektionsarthroplastik nach Lundborg vs. Pyrocarbon-Spacer (Pyrocardan®) bei fortgeschrittener Rhizarthrose—Eine Zwei-Center-Studie*. Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie, 2017. **49**(03): p. 175-180.
  57. Arnold, C.S., „*Operative Intervention bei Rhizarthrose: Vergleichende Studie zwischen Arthrodese des Daumensattelgelenkes, Trapeziumresektion und Implantation einer Tönnchenprothese und Resektions-Interpositions-Arthroplastik nach Epping*“.
  58. Field, J. and D. Buchanan, *To suspend or not to suspend: a randomised single blind trial of simple trapeziectomy versus trapeziectomy and flexor carpi radialis suspension*. Journal of Hand Surgery (European Volume), 2007. **32**(4): p. 462-466.
  59. Angly, B., R. Steiger, and R. Stober, *Interpositions-Arthroplastik zur Behandlung der Rhizarthrose: Ergebnisvergleich der Techniken nach Epping und Weilby*. Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie, 2006. **38**(02): p. 90-97.
  60. Grill, B., *Operative Therapie der Rhizarthrose : Vergleich der Abduktor Pollicis Longus Resektions-Suspensionsarthroplastiken nach Lundborg und Sirotakova*. 2016.
  61. Mentzel, M., et al., *Ergebnisse nach Rhizarthrosebehandlung-Vergleich der Aufhängeplastik nach Epping mit der alleinigen Trapezektomie*. Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie, 2001. **33**(03): p. 176-180.
  62. García-Mas, R. and X.S. Molins, *Partial trapeziectomy with ligament reconstruction—tendon interposition in thumb carpo-metacarpal osteoarthritis. A study of 112 cases*. Chirurgie de la main, 2009. **28**(4): p. 230-238.

## **6 Erklärung zum Eigenanteil**

Die Arbeit wurde in der Klinik für Hand-, Plastische-, Rekonstruktive- und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen unter Betreuung von Herrn Professor Patrick Jaminet durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Fabian Medved.

Die Untersuchungen wurden von mir in Zusammenarbeit mit den Mitarbeiter:innen der Abteilung für Plastische und Ästhetische Chirurgie des Klinikums Westmünsterland Borken durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch das Institut für Biometrie, sowie Caesar Bobson, Student der Mathematik an der Universität Tübingen, durch mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Zürich, den

## 7 Danksagung

Hiermit möchte ich mich ganz herzlich bei allen Personen bedanken, die mir während der gesamten Zeit dieser Arbeit unterstützend zur Seite standen.

Insbesondere möchte ich meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. med. Patrick Jaminet, Chefarzt der Klinik für Plastische und Ästhetische Chirurgie des Klinikums Westmünsterland Borken, für die Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit in seiner Klinik danken. Außerdem bedanke ich mich für den kompetenten Rat und seine Geduld, mit denen er mir stets zur Seite stand. Zudem Danke ich Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Fabian Medved, Facharzt in der Klinik für Hand-, Plastische-, Rekonstruktive- und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, vielmals für seine Unterstützung und Beratung vor Ort in Tübingen.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Professor Dr. med. Adrien Daigeler, Direktor der Klinik für Hand-, Plastische-, Rekonstruktive- und Verbrennungschirurgie der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen, der mir die Möglichkeit gab diese externe Arbeit in Zusammenarbeit mit seiner Klinik durchführen und in seiner Klinik promovieren zu dürfen.

Meinen Eltern möchte ich ganz besonders danken, da ohne ihre Unterstützung das Studium und die Erlangung des Doktorgrades nicht möglich gewesen wäre.

Außerdem bedanke ich mich bei den Mitarbeiter:innen der Klinik für Plastische und Ästhetische Chirurgie des Klinikums Westmünsterland Borken für die gute Zusammenarbeit.

Mein besonderer Dank gilt zudem meinem Mitbewohner, Caesar Bobson, der mir parallel zum Institut für Biometrie, beratend bei der statistischen Auswertung zur Seite stand.

Darüber hinaus gilt mein Dank allen Verwandten, Freunden und Studienkollegen, die mir über den gesamten Zeitraum meiner Promotion stets zur Seite standen.





## 8 Anhang

# Untersuchungsbogen

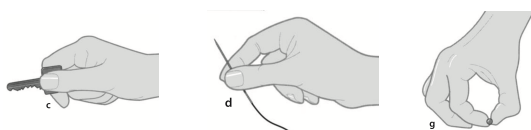
Datum: Studien-ID: prä OP/post OP  
 Beruf: Links-/Rechtshänder OP-Hand: re. / li.

## DASH-Bogen (30-100):

Handgelenk	Bewegungsumfang (Grad)	Kraft (1-5)	Schmerz (0-10 VAS)
Extension/Flexion	aktiv: / / passiv: / /		
Radial-/Ulnardeviation	aktiv: / / passiv: / /		
Supination/ Pronation	aktiv: / / passiv: / /		

Daumensattelgelenk	Bewegungsumfang (Grad)
Winkel MCP I/II Radialabduktion	
Winkel MCP I/II Palmarabduktion	
Kapandji Index (1-10):	

Funktionsprüfung	Ja/Nein	✓ / X	Schmerz (0-10 VAS)
Schlüsselgriff (c)			
Fingerkuppen-Flachgriff (d)			
Fingerkuppen-Spitzgriff (g)			



Kraftprüfung	OP-Hand	/	andere Hand (kg)
Pinch-Gauge Dynamometer			
Jamar Dynamometer			

DER

# DASH-Fragebogen

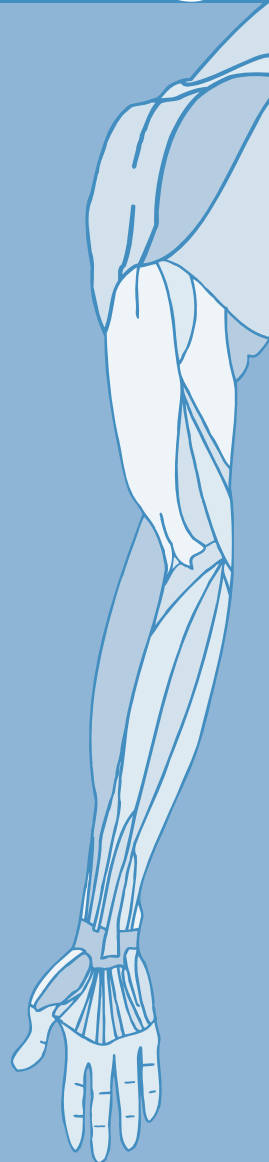
## ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf austauschen	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.) <sup>1</sup>	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Überhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierig- keiten	Geringe Schwierig- keiten	Mäßige Schwierig- keiten	Erhebliche Schwierig- keiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

DASH Wert für Behinderung/Symptome =  $\frac{[(\text{Summe der } n \text{ Antwortpunkte}) - 1]}{n} \times 25$ ,

wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

Wurden mehr als 3 Fragen nicht beantwortet, so darf ein DASH Wert nicht berechnet werden.

## DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

### SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihres Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.  
Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.  
Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

### ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.  
Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5

**Auswertung der optionalen Module:** Die Antwortpunkte der Fragen werden summiert; durch 4 (Anzahl der Fragen) dividiert; 1 wird subtrahiert und danach mit 25 multipliziert.  
Für die Auswertung eines optionalen Moduls dürfen keine Antworten fehlen.



**Institute  
for Work &  
Health**

Research Excellence  
Advancing Employee  
Health

INSTITUTE FOR WORK & HEALTH 2006. ALL RIGHTS RESERVED.