



Technische Universität München

Fakultät für Medizin

**Funktionelles *Outcome* nach arthroskopisch
unterstützter Versorgung bei distalen
Radiusfrakturen mit Begleitverletzungen**

Karola Schmid

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

Doktors der Medizin (Dr. med.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Jürgen Schlegel

Prüfende der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Helen Abel

2. apl. Prof. Dr. Rainer Burgkart

Die Dissertation wurde am 16.07.2020 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 26.03.2021 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

VERÖFFENTLICHUNG ZU DIESER ARBEIT	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	VII
TABELLENVERZEICHNIS.....	IX
1 SYNOPSIS	1
2 EINLEITUNG.....	4
2.1 Klassifikation der distalen Radiusfrakturen.....	6
2.2 TFCC-Verletzungen: Anatomie, Klassifikation und Behandlungsstrategien	7
2.3 SL-Band-Verletzungen: Anatomie, Klassifikation und Behandlungsstrategien.....	11
2.4 Indikation zur Arthroskopie am Handgelenk.....	16
3 ZIELSETZUNG	19
4 PATIENTEN UND METHODEN.....	21
4.1 Merkmale der Studienpopulation	21
4.2 Ablauf der Studie	24
4.2.1 Munich Wrist Questionnaire (MWQ).....	25
4.2.2 Nachuntersuchungen	25
4.3 Statistische Methoden und verwendete Programme	27
4.4 Datenschutz	28
5 ERGEBNISSE.....	29
5.1 Auswertung des gesamten Patientenguts	29
5.1.1 Geschlechterverteilung.....	29
5.1.2 Durchschnittliches Alter.....	30
5.1.3 Frakturverteilung	30
5.1.4 Begleitverletzungen	32
5.1.5 Therapie der distalen Radiusfraktur	35
5.2 Auswertung Munich Wrist Questionnaire.....	36
5.2.1 Geschlechterverteilung.....	36
5.2.2 Durchschnittliches Alter.....	36
5.2.3 Frakturverteilung	37
5.2.4 Begleitverletzungen	40
5.2.6 Ergebnisse gemessen anhand des MWQ.....	43
5.3 Auswertung Nachuntersuchungen.....	48

5.3.1 Geschlechterverteilung.....	48
5.3.2 Durchschnittliches Alter.....	48
5.3.3 Nachuntersuchungen von Dorsalextension, Palmarflexion, Radialduktion, Ulnarduktion und Kraft.....	49
5.3.4 Vergleich der Altersgruppen.....	58
5.3.5 Vergleich der Patienten mit und ohne Begleitverletzungen.....	59
6 DISKUSSION.....	63
6.1 Studiendesign.....	63
6.2 Gesamtes Patientengut.....	64
6.2.1 Geschlecht und Alter.....	64
6.2.2 Frakturtypen.....	65
6.2.3 Begleitverletzungen.....	65
6.3 Munich Wrist Questionnaire.....	67
6.3.1 Vergleich der Altersgruppen.....	68
6.3.2 Begleitverletzungen.....	68
6.4 Nachuntersuchungen.....	69
6.4.1 Vergleich der Altersgruppen.....	69
6.4.2 Begleitverletzungen.....	71
7 FAZIT.....	74
8 ZUSAMMENFASSUNG.....	75
9 LITERATURVERZEICHNIS.....	77
10 ANHANG.....	84
DANKSAGUNG.....	102

VERÖFFENTLICHUNG ZU DIESER ARBEIT

Teilergebnisse wurden bereits in der Publikation 'The Outcome of Distal Radius Fractures with Concomitant Injuries Is Similar to those of Isolated Distal Radius Fractures Provided that an Arthroscopically Supported Treatment Is Performed' veröffentlicht (von Matthey et al., 2020).

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

°	Gradzeichen
%	Prozent
3/4	zwischen dem 3. und 4. Strecksehnenfach
6R	radial des 6. Strecksehnenfaches
Abb.	Abbildung
ANOVA	Varianzanalyse (Analysis of Variance)
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ASK	Arthroskopie
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BG	Berufsgenossenschaft
BV	Bildverstärker
cm	Zentimeter
CRPS	komplexes regionales Schmerzsyndrom (Complex Regional Pain Syndrome)
CT	Computertomografie
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
DISI	Dorsal Intercalated Segment Instability
DRF	Distale Radiusfraktur
DRUG	Distales Radioulnargelenk
et al.	und andere (et alii, et aliae, et alia)
etc.	und so weiter (et cetera)

K-Draht	Kirschner-Draht
kg	Kilogramm
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
ME	Metallentfernung
ml	Milliliter
MRT	Magnetresonanztomografie
MW	Mittelwert
MWS	Munich Wrist Score
MWQ	Munich Wrist Questionnaire
n	Anzahl
OP	Operation
PACS	Picture Archiving and Communication System
PROM	Patient Reported Outcome Measures
PRWE	Patient-Rated Wrist Evaluation
PSU	Processus styloideus ulnae
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung
SEM	Standardfehler des Mittelwerts (Standard Error of the Mean)
SL-Band	skapulolunäres Band
SLAC	Scapholunate Advanced Collapse
SNAC	Scaphoid Nonunion Advanced Collapse
Tab.	Tabelle
TFCC	triangulärer fibrocartilaginärer Komplex (triangular fibrocartilage complex)

vgl. vergleiche

z. B. zum Beispiel

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Darstellung der Anatomie von potentiell mitverletzten Strukturen bei distalen Radiusfrakturen mithilfe eines Röntgenbildes eines gesunden rechten Handgelenkes (Röntgenbild eines gesunden rechten Handgelenkes aus dem Klinikum rechts der Isar, digital nachbearbeitet)	6
Abbildung 2: TFCC aus Sicht von volar (Hirt et al., 2015).....	8
Abbildung 3: TFCC aus Sicht von dorsal (Hirt et al., 2015).....	8
Abbildung 4: Intraoperatives Bild einer TFCC-1B-Läsion während einer Arthroskopie am Klinikum rechts der Isar	9
Abbildung 5: Tiefe Bandstrukturen der Handwurzelknochen (Hirt et al., 2015)	11
Abbildung 6: Intraoperatives Bild einer SL-Band-Läsion 4. Grades nach Geissler mit Blick auf das Capitatum während einer Arthroskopie am Klinikum rechts der Isar	13
Abbildung 7: Röntgenbilder eines Patienten aus der Studienpopulation vor und nach einer operativen Versorgung einer SL-Band-Läsion 4. Grades nach Geissler mittels einer temporären K-Draht-Transfixation.....	15
Abbildung 8: Anzahl der verschiedenen angewendeten Therapieoptionen der vorliegenden distalen Radiusfrakturen.....	22
Abbildung 9: Dorsalextension/Palmarflexion im Handgelenk (Fotografien, digital nachbearbeitet)	26
Abbildung 10: Radial-/Ulnarduktion im Handgelenk (Fotografien, digital nachbearbeitet)	26
Abbildung 11: Übersicht über das Patientenkollektiv	29
Abbildung 12: Anzahl der Patienten mit vorliegender DRF nach AO-Klassifikation unterteilt nach Geschlecht	31
Abbildung 13: Alter am Unfalltag unterteilt nach Geschlecht.....	37
Abbildung 14: Anzahl der Frakturtypen der distalen Radiusfrakturen	38
Abbildung 15: Anzahl der Patienten mit vorliegender DRF nach AO-Klassifikation unterteilt nach Geschlecht	39
Abbildung 16: MWQ unterteilt nach Geschlecht	43
Abbildung 17: MWQ unterteilt nach Altersgruppen.....	44
Abbildung 18: MWQ in Prozent unterteilt nach Altersgruppe und Geschlecht	45
Abbildung 19: MWQ unterteilt nach Frakturtypen.....	46
Abbildung 20: MWQ in Prozent unterteilt nach vorliegenden oder nicht vorliegenden Begleitverletzungen	47
Abbildung 21: Alter am Unfalltag unterteilt nach Geschlecht.....	49
Abbildung 22: Dorsalextension aller nachuntersuchten Patienten.....	50
Abbildung 23: Palmarflexion aller nachuntersuchten Patienten.....	50
Abbildung 24: Kraft aller nachuntersuchten Patienten	50
Abbildung 25: Radialduktion aller nachuntersuchten Patienten.....	51
Abbildung 26: Ulnarduktion aller nachuntersuchten Patienten	51
Abbildung 27: Dorsalextension der TFCC-Läsionen	51
Abbildung 28: Palmarflexion der TFCC-Läsionen.....	51
Abbildung 29: Radialduktion der TFCC-Läsionen.....	52
Abbildung 30: Ulnarduktion der TFCC-Läsionen	52
Abbildung 31: Kraft der TFCC-Läsionen	52

Abbildung 32: Kraft der SL-Band-Läsionen	53
Abbildung 33: Dorsalextension der SL-Band-Läsionen	54
Abbildung 34: Palmarflexion der SL-Band-Läsionen	54
Abbildung 35: Radialduktion der SL-Band-Läsionen	54
Abbildung 36: Ulnarduktion der SL-Band-Läsionen	54
Abbildung 37: Dorsalextension der TFCC- und SL-Band-Läsionen	55
Abbildung 38: Palmarflexion der TFCC- und SL-Band-Läsionen	55
Abbildung 39: Radialduktion der TFCC- und SL-Band-Läsionen	55
Abbildung 40: Ulnarduktion der TFCC- und SL-Band-Läsionen	55
Abbildung 41: Kraftgrad der TFCC- und SL-Band-Läsionen	55
Abbildung 42: Radialduktion der Patienten ohne Begleitverletzung	56
Abbildung 43: Dorsalextension der Patienten ohne Begleitverletzung	57
Abbildung 44: Palmarflexion der Patienten ohne Begleitverletzung	57
Abbildung 45: Ulnarduktion der Patienten ohne Begleitverletzung	57
Abbildung 46: Kraft der Patienten ohne Begleitverletzung	57
Abbildung 47: Beweglichkeit der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand in Prozent unterteilt nach Altersgruppen	58
Abbildung 48: Kraftgrad der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand in Prozent unterteilt nach Altersgruppen	59
Abbildung 49: Beweglichkeit der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand in Prozent der Patienten mit und ohne Begleitverletzungen	60
Abbildung 50: Kraftgrad der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand der Patienten mit und ohne Begleitverletzungen	61
Abbildung 51: Prozentuale Beweglichkeit der betroffenen Hand im Verhältnis zur nicht betroffenen Hand	62
Abbildung 52: Prozentualer Kraftgrad der betroffenen Hand im Verhältnis zur nicht betroffenen Hand	62

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Klassifikation der TFCC-Typ-1-Läsionen nach Palmer (Palmer, 1989)	9
Tabelle 2: Klassifikation der SL-Band-Läsionen nach Geissler (Geissler et al., 1996; Prommersberger et al., 2014)	12

1 SYNOPSIS

Die Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen. Neueste Studien konnten klar zeigen, dass die distale Radiusfraktur mit schwerwiegenden Begleitverletzungen einhergehen kann (Forward et al., 2007; Frank et al., 2010; Kastenberger et al., 2020; Anna Klempka et al., 2016). Zur Detektion von Verletzungen im Handgelenk ist trotz verbesserter Bildgebungsmöglichkeiten die Handgelenksarthroskopie noch immer der Goldstandard (Michelotti et al., 2017; Rappold et al., 2001). Dennoch ist bisher unklar, ob eine zusätzliche Handgelenksarthroskopie das funktionelle, postoperative *Outcome* der Patienten mit distalen Radiusfrakturen verbessern kann. Die vorliegende Studie dient der Evaluation von Nutzen und Risiko einer zusätzlichen Handgelenksarthroskopie bei der Therapie der distalen Radiusfraktur. Zu diesem Zweck wurde die postoperative Patientenzufriedenheit, die aktuelle Schmerzsituation sowie die Funktionalität des betroffenen Handgelenkes von Patienten mit einer distalen Radiusfraktur mit und ohne Begleitverletzungen anhand eines validierten Patient Reported Outcome Measures (PROM) sowie einer klinischen Untersuchung erhoben und verglichen.

Hierzu wurden vom 01.06.2012 bis zum 16.04.2015 alle Patienten eingeschlossen, die eine distale Radiusfraktur erlitten hatten und im Klinikum rechts der Isar, der TU München, arthroskopisch assistiert versorgt wurden. Insgesamt konnten 72 Handgelenke von 71 Patienten eingeschlossen werden.

Von diesen 71 Patienten füllten 55 Patienten mit 56 betroffenen Handgelenken einen Selbstbeurteilungsfragebogen, den Munich Wrist Questionnaire (MWQ), aus. Der MWQ ist ein PROM, der nicht nur Daten zu Schmerzen und Einschränkungen im Beruf und Alltag erhebt, sondern auch Angaben über den Bewegungsumfang und die vom Patienten beurteilte Griffstärke in beiden Handgelenken abfragt (Beirer et al., 2016).

Zudem wurden 39 der 55 Patienten, die den MWQ ausgefüllt hatten, nachuntersucht. Dabei wurden die Dorsalextension, die Palmarflexion, die Radial- sowie die Ulnarduktion im gesunden und im betroffenen Handgelenk bestimmt. Zusätzlich dazu erfolgte an beiden Händen die Messung der Griffstärke mittels Dynamometer.

Die Fragestellungen der Arbeit konnten wie folgt beantwortet werden:

1. Bei welchen Frakturtypen kam es zu Begleitverletzungen?

Antwort: In unserer Studie zeigten sich bei der Betrachtung des gesamten Patientengutes bei Typ-C-Frakturen in 72 % der Fälle (n = 38) Begleitverletzungen zur distalen Radiusfraktur. Dies war bei Typ-C-Frakturen häufiger der Fall als bei Typ-B-Frakturen, die in 57 % der Fälle (n = 8) Begleitverletzungen aufwiesen, und bei Typ-A-Frakturen, die in 40 % der Fälle (n = 2) Begleitverletzungen aufwiesen.

2. Welche Begleitverletzungen traten auf?

Antwort: In 67 % der Fälle (n = 48) traten Begleitverletzungen auf. In 43 % der Fälle (n = 31) handelte es sich um isoliert vorliegende TFCC-Läsionen, in 13 % der Fälle (n = 9) um isoliert vorliegende SL-Band-Läsionen und in 11 % der Fälle (n = 8) um kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsionen.

Bei der Betrachtung aller Frakturtypen und der vorliegenden Begleitverletzungen aller 72 Handgelenke fiel auf, dass es bei Frakturen des Typs B1 statistisch signifikant häufiger zu SL-Band-Läsionen kam als bei anderen Frakturtypen ($p = 0,002$; Exakter Test nach Fisher).

3. Unterschied sich das funktionelle Ergebnis in Abhängigkeit vom Alter der Patienten?

Antwort: Bei der Unterteilung in zwei Altersgruppen ergab sich ein signifikant besseres postoperatives *Outcome* (nach arthroskopischer Frakturversorgung) im MWQ in der Gruppe der 18- bis 65-Jährigen (n = 48; MW \pm SEM: 88 ± 7 %) als in der Gruppe der 66- bis 76-Jährigen (n = 8; MW \pm SEM: 78 ± 7 %).

4. Hatten Patienten mit distaler Radiusfraktur und Begleitverletzung ein anderes funktionelles Ergebnis im MWQ als Patienten ohne Begleitverletzung?

Antwort: Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied, gemessen anhand des MWQ, zwischen den Patienten mit (n = 39; MW \pm SEM: 86 ± 2 %) und den Patienten ohne vorliegende Begleitverletzungen (n = 17; MW \pm SEM: 87 ± 3 %); ($p = 0,905$; t-Test bei unabhängigen Stichproben) nach arthroskopischer Frakturversorgung.

5. War die Art der Begleitverletzung ausschlaggebend für das funktionelle Ergebnis?

Antwort: Es zeigte sich im Vergleich der vorliegenden Begleitverletzungen untereinander jeweils kein signifikanter Unterschied im *Outcome*, gemessen anhand des MWQ.

6. Unterschied sich das Ergebnis der Nachuntersuchung

a) in Abhängigkeit vom Alter der Patienten?

b) in Abhängigkeit vom Vorliegen oder Nicht-Vorliegen einer Begleitverletzung?

Antwort:

Ad a) Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den 18- bis 65-Jährigen und den über 65-Jährigen in Bezug auf eine Einschränkung des Bewegungsausmaßes ($p = 0,227$; Mann-Whitney-U-Test) oder den Kraftgrad ($p = 0,747$; Mann-Whitney-U-Test).

Ad b) Es zeigte sich weder ein signifikanter Unterschied in der Handgelenksbeweglichkeit zwischen den Patienten mit und den Patienten ohne Begleitläsionen ($p = 0,973$; t-Test bei unabhängigen Stichproben) noch im Kraftgrad bei Faustschluss ($p = 0,245$; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass insbesondere die intraartikuläre distale Radiusfraktur Begleitverletzungen wie TFCC-Läsionen und SL-Band-Läsionen aufweist. Werden diese jedoch detektiert und zeitgleich arthroskopisch assistiert mit der distalen Radiusfraktur versorgt, zeigen die Patienten im funktionellen Ergebnis keinen Unterschied zu den Patienten, die eine distale Radiusfraktur ohne Begleitverletzungen haben. Dementsprechend sollte eine begleitende Arthroskopie zumindest bei entsprechender Frakturmorphologie in Erwägung gezogen werden. Aufgrund der potenziellen Komplikationen, des deutlichen Mehraufwandes und der Mehrkosten durch eine Arthroskopie muss deren Einsatz individuell abgewogen werden. Bislang gibt es für diesen Eingriff keine ausreichende Kostendeckung im deutschen DRG-System. Nichtsdestotrotz ist die distale Radiusfraktur mehr als nur eine ossäre Verletzung. Sie muss als kartilaginäre-ligamentäre-ossäre Verletzung betrachtet und als solche therapiert werden.

2 EINLEITUNG

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen. Für viele Frakturlokalisationen im menschlichen Körper, darunter auch am distalen Radius, gibt es zwei Altersgipfel. Der eine liegt im höheren Alter, insbesondere bei postmenopausalen Frauen. Der zweite betrifft junge aktive Menschen, vor allem Männer, die ein Hochrasanz- oder Sporttrauma erleiden (Court-Brown et al., 2006; MacIntyre et al., 2016). Die Inzidenz, eine distale Radiusfraktur zu erleiden, steigt mit zunehmendem Alter und zunehmendem Schweregrad der Osteoporose. So liegt die Inzidenz von Patienten über 50 Jahren für Frauen bei 15 % und für Männer bei 2 % (Court-Brown & Caesar, 2006; Dresing et al., 2015; MacIntyre & Dewan, 2016; Singer et al., 1998). Studien der vergangenen Dekaden konnten klar aufzeigen, dass die distale Radiusfraktur nicht mehr nur als ossäre Verletzung angesehen werden kann, sondern dass sich in vielen Fällen kartilaginäre, ligamentäre und diskoligamentäre Begleitverletzungen finden (Becker et al., 2014; Frank et al., 2010; Geissler et al., 1996; Rappold et al., 2001).

Ziel der Therapie sind die Wiedererlangung von freiem Bewegungsausmaß und Belastbarkeit sowie schnelle Rückkehr in den Alltag und das Berufsleben. Gerade beim älteren Menschen ist das Handgelenk von größter Bedeutung für die Selbstständigkeit. Viele Dinge des Alltags, wie beispielsweise das Bürsten der Haare oder das Anziehen einer Bluse, bedürfen eines funktionierenden Handgelenkes (Ring et al., 2005; Rueger et al., 2014; Scaf-Klomp et al., 2001; Schnependahl et al., 2012).

In den aktuellen Leitlinien zur distalen Radiusfraktur der Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), mit dem letzten Bearbeitungsdatum 10.02.2015, wird allgemein empfohlen, dass jede undislozierte und jede initial dislozierte, jedoch nach Retention stabile Fraktur konservativ im Gips behandelt werden kann. Für alle dislozierten, instabilen Frakturen werden die offene Reposition und Versorgung mit Osteosynthesematerial empfohlen (Dresing et al., 2015). Es wird jedoch auch betont, dass jede Therapieentscheidung individuell für den einzelnen Patienten getroffen werden muss. Einzubeziehen sind dabei eventuelle kartilaginäre, ligamentäre, tendinöse, nervale oder arterielle Begleitverletzungen sowie der Patientenwunsch, vor allem im Hinblick auf spezielle berufliche oder funktionelle Ansprüche (Bartl et al., 2014; Dresing et al., 2015; Goyal et al., 2019).

Der Landesverband Südwestdeutschland der gewerblichen Berufsgenossenschaften untersuchte in einer 2003 veröffentlichten Studie die sozioökonomischen Folgen der distalen Radiusfrakturen genauer und kam zu dem Ergebnis, dass etwa jeder vierte Patient sechs Monate nach dem Trauma eine Minderung der Erwerbsfähigkeit zurückbehalten hatte sowie, wenn auch überwiegend zeitlich begrenzt, Rentenzahlungen erforderlich wurden (Radek et al., 2003). Aus sozioökonomischer Sicht stellt sich die Frage, ob bei älteren Patienten eine initial kostengünstigere, konservative Therapie der distalen Radiusfraktur einer Therapie mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese vorzuziehen wäre (Toon et al., 2017). Dem gegenüber steht, dass nach einer Therapie mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese tendenziell eine schnellere Rückkehr in das alltägliche Leben möglich ist und dadurch die im Falle einer konservativen Therapie anfallenden Kosten für Haushaltshilfen oder Seniorenheime eingespart werden können (Bartl et al., 2014; Pang et al., 2018; ShauverClapham et al., 2011; ShauverYin et al., 2011). Die heutige operative Versorgung mit neuen winkelstabilen Plattensystemen und dem zeitnahen Beginn von Physiotherapie hat zum Ziel, eine komplikationslose Rückkehr in den Alltag mit Vollbelastung der Hand zu erreichen.

Dennoch verbleiben bei manchen Patienten trotz adäquater Osteosynthese und einer regelrechten Aufrichtung des Radius sowie der radiokarpalen und radioulnaren Gelenkfläche postoperativ Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und ein Verlust der Kraft bei Faustschluss. Diese Komplikationen sind oftmals auf Begleitverletzungen wie zum Beispiel eine Läsion des triangulären fibrocartilaginären Komplexes (TFCC) oder eine Ruptur des skapholunären Bandes (SL-Band) zurückzuführen, die in der konventionellen Röntgendiagnostik nicht zu sehen waren. Die Häufigkeitsangaben zu diesen zwei Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen variieren stark. Für TFCC-Verletzungen finden sich in der Literatur Häufigkeitsangaben zwischen 10 und 84 % und für SL-Band-Verletzungen zwischen 7 bis 86 % (Chloros et al., 2007; Deniz et al., 2014; Fok et al., 2018; Forward et al., 2007; Gunal et al., 2013; Katerina Kasapinova et al., 2015; Mrkonjic et al., 2015; Richards et al., 1997; Volkmer et al., 2015).

In Abbildung 1 sind mögliche mitverletzte Strukturen bei distalen Radiusfrakturen in dem Röntgenbild eines gesunden rechten Handgelenkes dargestellt.



Abbildung 1: Darstellung der Anatomie von potentiell mitverletzten Strukturen bei distalen Radiusfrakturen mithilfe eines Röntgenbildes eines gesunden rechten Handgelenkes (Röntgenbild eines gesunden rechten Handgelenkes aus dem Klinikum rechts der Isar, digital nachbearbeitet)

Zur Detektion der meisten Begleitverletzungen ist eine weiterführende Diagnostik nötig, wie zum Beispiel eine Computertomografie (CT). In der CT können Frakturlinien und knöcherne Absprengungen dreidimensional beurteilt werden, weshalb diese Technik meist vor der Frakturversorgung angewandt wird. Wenn diese Untersuchung behandlungsbedürftige Begleitverletzungen oder Hinweise auf solche aufweist, wird in der Regel eine Arthroskopie des Handgelenkes angeschlossen. In bestimmten Fragestellungen kann auch eine Magnetresonanztomografie (MRT) indiziert sein. Von allen bildgebenden Verfahren liefert die MRT den höchsten Weichteilkontrast. Daher kommt diese Technik bei speziellen Fragestellungen zum Einsatz, die die Weichteile oder die Durchblutungssituation der Knochen betreffen (Stäbler, 2005). In der akuten Traumaversorgung spielen MRT-Untersuchungen eine dem CT untergeordnete Rolle.

2.1 Klassifikation der distalen Radiusfrakturen

Es gibt viele Möglichkeiten, distale Radiusfrakturen zu klassifizieren. Am häufigsten wird im deutschsprachigen Raum und auch am Klinikum rechts der Isar hierfür die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) verwendet

(Becker & Haensel, 2014; Lill et al., 2003; Thurston, 2005; Waever et al., 2018). Die AO-Klassifikation der distalen Unterarmfrakturen teilt die Frakturen in drei Typen mit jeweils drei Untertypen ein. Typ-A-Frakturen benennen hierbei extraartikuläre Frakturen. Frakturen vom Typ A1 bezeichnen isolierte Ulnafrakturen, Frakturen vom Typ A2 einfache, impaktierte Radiusfrakturen und Frakturen vom Typ A3 Radiusfrakturen mit metaphysärer Trümmerzone. Typ-B-Frakturen stehen für partiell artikuläre Frakturen. Frakturen vom Typ B1 bezeichnen dabei Gelenkfrakturen mit sagittalem Frakturverlauf, Frakturen vom Typ B2 Gelenkfrakturen mit frontalem Frakturverlauf und dorsalem Fragment und Frakturen vom Typ B3 Gelenkfrakturen mit frontalem Frakturverlauf und palmarem Fragment. Typ-C-Frakturen beschreiben Frakturen mit sowohl intraartikulären als auch metaphysären Verläufen. Frakturen vom Typ C1 bezeichnen hierbei einfache Gelenk- und metaphysäre Frakturen, Frakturen vom Typ C2 einfache Gelenk- und metaphysäre Mehrfragmentfrakturen und Frakturen vom Typ C3 intraartikuläre Mehrfragmentfrakturen (Bühren et al., 2016; Fricker et al., 2016; Matter, 1998; Müller et al., 2016).

Daneben gibt es viele weitere Klassifikationsmöglichkeiten. Bereits 1814 beschrieb Abraham Colles eine distale Radiusfraktur mit nach dorsal verschobenem Fragment (Colles, 1814). 33 Jahre später erläuterte Robert William Smith zusätzlich eine nach palmar dislozierte distale Radiusfraktur (Smith, 1847). Die Klassifikation von Frykman aus dem Jahr 1967 differenziert acht verschiedene Frakturen mit der Aufteilung in extra- und intraartikuläre Frakturen sowie das Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein von zusätzlichen Frakturen des Processus styloideus ulnae (Frykman, 1967). Eine aus Amerika stammende Klassifikation ist die von Melone aus dem Jahr 1984, die lediglich intraartikuläre Frakturen einschließt und diese in fünf verschiedene Klassen einteilt (Melone, 1993; Porrino et al., 2014)..

2.2 TFCC-Verletzungen: Anatomie, Klassifikation und Behandlungsstrategien

Der TFCC ist eine komplexe Struktur im ulnarseitigen Handgelenk. Er setzt sich zusammen aus acht Komponenten, nämlich dem Discus ulnocarpalis (Discus articularis), dem Meniscus homologue (Meniscus ulnocarpalis homologue), dem Ligamentum collaterale carpi ulnare, der Sehnenscheide des M. extensor carpi ulnaris

(6. Strecksehnenfach), den ulnokarpalen Bändern (Lig. ulnotriquetrum und Lig. ulnolunatum) sowie den radioulnaren Bändern (Lig. radioulnare palmare und Lig. radioulnare dorsale) (Hirt et al., 2015). In den Abbildungen 2 und 3 sind alle Komponenten des TFCC, bis auf den Discus ulnocarpalis, dargestellt und beschriftet. Der Discus ulnocarpalis liegt der distalen Ulna auf und spannt sich vom ulnarseitigen distalen Radius bis zum Processus styloideus ulnae auf (Hirt et al., 2015).

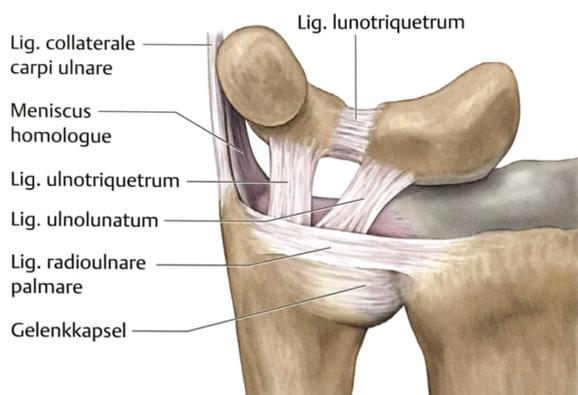


Abbildung 2: TFCC aus Sicht von volar (Hirt et al., 2015)

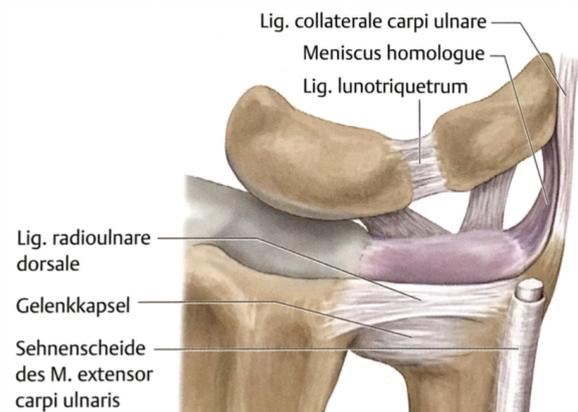


Abbildung 3: TFCC aus Sicht von dorsal (Hirt et al., 2015)

Der TFCC dient zum einen als Stabilisator des distalen Radioulnargelenkes und der ulnaren Karpusseite, wobei er dennoch einen umfangreichen Bewegungsumfang im Handgelenk erlaubt. Zum anderen dient er zur Verteilung von auf das Handgelenk einwirkenden Kräften sowie als Kraftabsorber des ulnokarpalen Gelenkes, wobei er mit ca. 20 % an der Kraftübertragung im Handgelenk beteiligt ist (Abe et al., 2016; Estrella et al., 2007; Schuind et al., 1991; Skalski et al., 2016).

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Klassifikation der TFCC-Typ-1-Läsionen nach Palmer (1989). Abbildung 4 zeigt ein intraoperatives Bild einer TFCC-Läsion während einer Arthroskopie am Klinikum rechts der Isar.

Tabelle 1: Klassifikation der TFCC-Typ-1-Läsionen nach Palmer (Palmer, 1989)

1A	Zentrale Perforation
1B	Ulnarseitiger Abriss (mit/ohne Ulna-Fraktur)
1C	Distaler Abriss
1D	Radialseitiger Abriss (mit/ohne Fraktur durch die Incisura ulnaris des Radius)

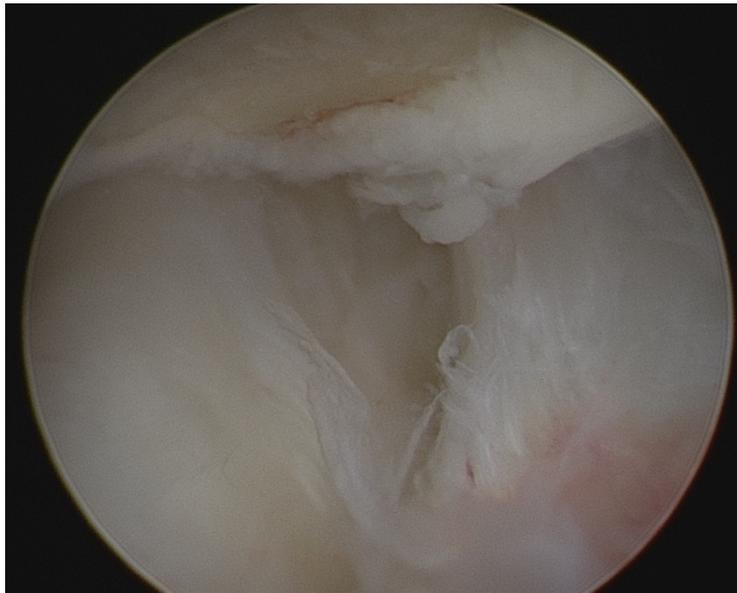


Abbildung 4: Intraoperatives Bild einer TFCC-1B-Läsion während einer Arthroskopie am Klinikum rechts der Isar

Bei TFCC-Verletzungen der Klasse 1 nach Palmer handelt es sich um traumatische Läsionen. Mit TFCC-Typ-2-Läsionen werden dagegen degenerative Abnutzungserscheinungen beschrieben, die im schlechter durchbluteten zentralen Bereich auftreten und nach ihrem Ausmaß in 2A- bis 2E-Läsionen eingeteilt werden (Palmer, 1989).

Neben der Klassifikation nach Palmer gibt es noch eine weniger verbreitete Klassifikation nach Atzei aus dem Jahr 2011. Dieses Klassifikationssystem beabsichtigt mit der jeweiligen Einteilung eine allgemeingültige Therapiemaßnahme mitzuliefern. Hierbei werden die TFCC-Läsionen in die Klassen 0 bis 5 eingeteilt (Atzei et al., 2011; Atzei et al., 2017). Während des Untersuchungszeitraumes für diese

Arbeit wurde im Klinikum rechts der Isar einheitlich die Klassifikation nach Palmer (1989) verwendet.

Unbehandelte TFCC-Läsionen können zu ulnarseitigen Handgelenksschmerzen führen, die sich meist bei Belastung verstärken. Zudem kann es zu einer Verminderung der Griffstärke und zu Instabilitäten im Handgelenk kommen (Casadei et al., 2018). Verletzungen der radioulnaren Bänder können dabei zu Instabilitäten im distalen Radioulnargelenk (DRUG) führen. Rupturen des Lig. ulnolunatum sowie des Lig. ulnotriquetrum können eine karpale Instabilität zur Folge haben (Hirt et al., 2015). Instabilitäten fördern die Degeneration der beteiligten Gelenkflächen und können somit die Schmerzsymptomatik mit der Zeit verstärken.

Um eine TFCC-Läsion zu detektieren, stehen mehrere klinische Tests zur Verfügung, z. B. der Supination-Lift-Test oder der Diskusstresstest. Beim Supination-Lift-Test übt der Patient gegen Widerstand der Untersucherhand Druck über die Handgelenke aus. Schmerzen oder eine fehlende Kraftentfaltung sprechen hierbei für eine Läsion des triangulären fibrokarilaginären Komplexes (Buckup et al., 2012). Beim Diskusstresstest proniert und supiniert der Untersucher das in maximaler Ulnardeviation befindliche Handgelenk unter axialer Belastung. Schmerzen in Projektion auf den TFCC können hierbei auf eine Läsion desselben hinweisen (Kirchberger et al., 2015). Als nichtinvasive bildgebende Untersuchung des TFCC kann eine MRT-Untersuchung durchgeführt werden. Hierbei können jedoch die Komponenten des TFCC aufgrund seiner geringen Größe nicht abschließend sicher auf vorhandene Läsionen beurteilt werden (Skalski et al., 2016). Als Goldstandard in der Diagnostik von TFCC-Läsionen gilt die Arthroskopie des Handgelenkes (Chloros et al., 2008). Dabei lässt sich im Normalfall mit dem Tasthaken ein trampolinartiger Effekt nachweisen (Hoffmann, 2009).

Zentrale Typ-1A-Läsionen werden meist debridiert oder subtotal reseziert. Ein Débridement stellt dabei lediglich die Entfernung von erkranktem Gewebe dar; eine subtotale Resektion ist die Entfernung von sowohl krankem als auch gesundem Gewebe. Hierzu wird meist eine Rissumwandlung durchgeführt, sodass sich Risse im zentralen, avaskulären Bereich nicht weiter ausbreiten können. Palmer zeigte im Jahr 1990, dass eine solche Rissumwandlung weder einen signifikanten biomechanischen Einfluss auf die Kraftübertragung im DRUG, noch auf die Stabilisierungsfunktion des TFCC hat. Typ-1B-Läsionen, die sich im gut durchbluteten ulnarseitigen Bereich

befinden, lassen sich mit guten Ergebnissen reparieren. Typ-1C- und -D-Läsionen können entweder genäht oder ebenfalls debridiert werden (Chloros et al., 2008; Palmer, 1990; Tunnerhoff et al., 2014).

2.3 SL-Band-Verletzungen: Anatomie, Klassifikation und Behandlungsstrategien

Das SL-Band (Ligamentum scapholunatum, Lig. scapholunatum) ist eine ligamentäre Verbindung zwischen dem Os scaphoideum und dem Os lunatum. Abbildung 5 zeigt eine Übersicht aller tiefen Handgelenksbänder, die die Knochen der Handwurzel untereinander verbinden.

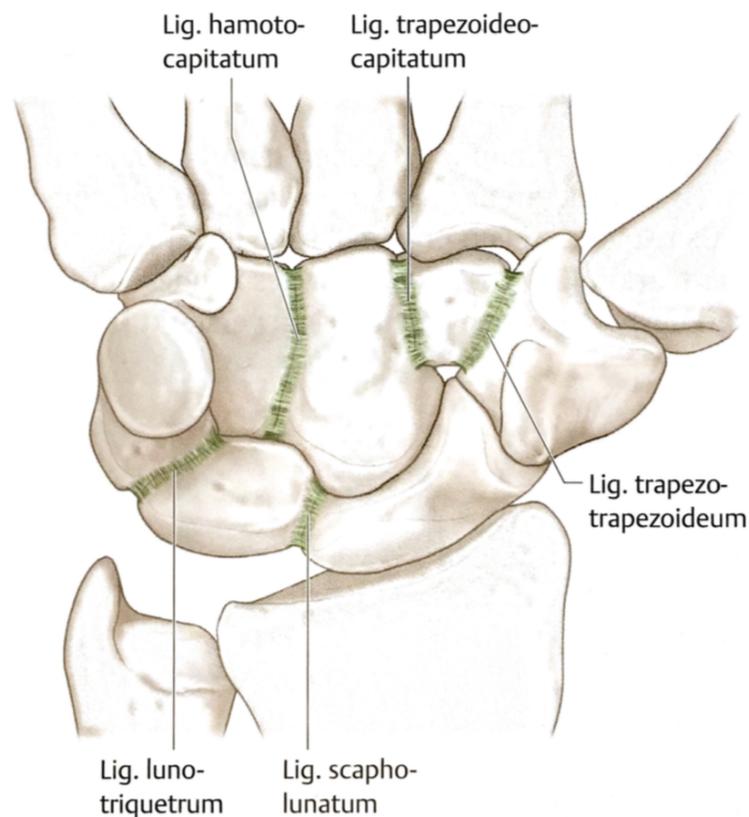


Abbildung 5: Tiefe Bandstrukturen der Handwurzelknochen (Hirt et al., 2015)

Das SL-Band gilt als primärer Stabilisator des skapholunären Gelenkes. Dadurch wird bei der Bewegung im Handgelenk eine vereinte Bewegung dieser beiden Knochen ermöglicht (Hirt et al., 2015; Kitay et al., 2012).

Eine verbreitete Klassifikation der Verletzungen des SL-Bandes ist die nach Geissler (1996). Eine Übersicht über diese bietet Tabelle 2. Abbildung 6 zeigt ein intraoperatives Bild einer SL-Band-Läsion 4. Grades nach Geissler.

Tabelle 2: Klassifikation der SL-Band-Läsionen nach Geissler (Geissler et al., 1996; Prommersberger et al., 2014)

1	Radiokarpaler Raum: Dehnung oder Hämorrhagie des intraossären Bandes. Mittkarpaler Raum: Keine Inkongruenz der karpalen Linien.
2	Radiokarpaler Raum: Dehnung oder Hämorrhagie des intraossären Bandes. Mittkarpaler Raum: Inkongruenz oder Stufe. Eventuell Vorhandensein einer Lücke (kleiner als die Breite des Tasthakens) zwischen den karpalen Knochen.
3	Radiokarpaler Raum/mittkarpaler Raum: Inkongruenz oder Stufe des karpalen Alignments. Der Tasthaken kann durch die Lücke zwischen den karpalen Knochen gebracht werden.
4	Radiokarpaler Raum/mittkarpaler Raum: Inkongruenz oder Stufe des karpalen Alignments. Bei Manipulation liegt eine grobe Instabilität vor. Ein 2,7-mm-Arthroskop kann durch die Lücke zwischen den karpalen Knochen gebracht werden.

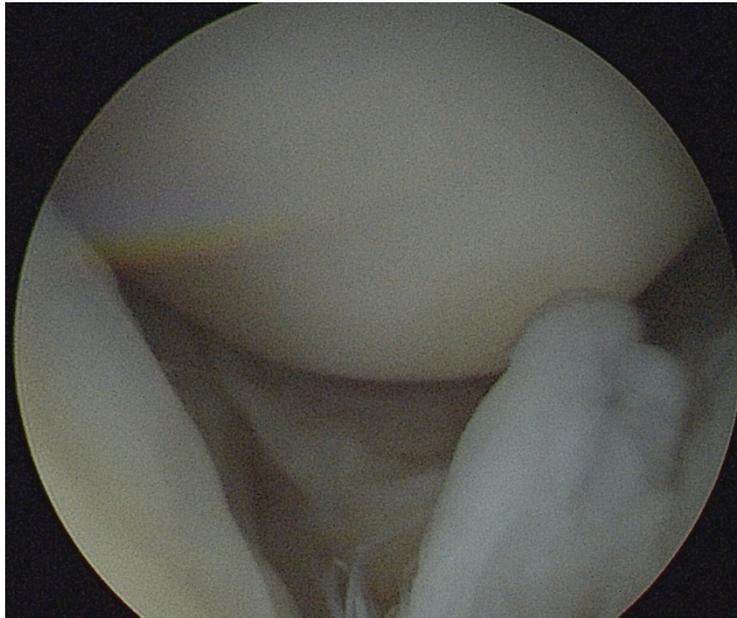


Abbildung 6: Intraoperatives Bild einer SL-Band-Läsion 4. Grades nach Geissler mit Blick auf das Capitatum während einer Arthroskopie am Klinikum rechts der Isar

Neben der Klassifikation nach Geissler gibt es weitere Klassifikationen, wie zum Beispiel die von Andersson und Garcia-Elias (2013). Hierbei werden die SL-Band-Läsionen in vier Typen eingeteilt, abhängig vom Ort der Ruptur und davon, ob eine vollständige Ruptur oder lediglich eine Elongation vorliegt (Andersson et al., 2013). In einer weiteren Einteilung, die Klassifikation der European Wrist Arthroscopy Society, findet die Einteilung in fünf Typen statt, ausgerichtet an der Weite des SL-Spalt, der im mittkarpalen Raum während der Arthroskopie ermittelt wird (Messina et al., 2013). In der vorliegenden Studie wurde im Untersuchungszeitraum die Klassifikation nach Geissler verwendet.

Die initialen Beschwerden bei Rupturen des SL-Bandes sind oft gering und kurzzeitig. Nach Jahren entwickeln sich häufig im Zusammenhang mit einer radiodorsalen Schwellung anfangs belastungsabhängige Schmerzen, die langsam in Ruheschmerzen übergehen, sowie eine schmerzbedingte Kraftminderung (Prommersberger et al., 2014). Infolge einer Ruptur des SL-Bandes kommt es im Verlauf durch die fehlende Verbindung zwischen dem Os scaphoideum und dem Os lunatum zu einer Kippung des Os scaphoideums nach palmar und zu einer Kippung

des Os lunatum nach dorsal. Dies wird als DISI-Fehlstellung bezeichnet. DISI steht hierbei für dorsal intercalated segment instability (Hoffmann, 2009). Im weiteren Verlauf entsteht aufgrund der skapholunären Dissoziation ein Knorpelschaden beginnend in der Fossa scaphoidea und dem Os scaphoideum. Nach Proximaltreten des Os capitatum zwischen den SL-Spalt kommt es zu einer Höhenminderung der Carpalia und somit zu einem karpalen Kollaps, auch bekannt als scapholunate advanced collapse (SLAC)-Wrist (Lane et al., 2018). Bei zusätzlicher Arthrose des Mediokarpalgelenkes ist das Vollbild eines SLAC-Wrist erreicht (Krimmer et al., 2000).

Zur Vermeidung eines karpalen Kollapses ist die frühe Detektion der SL-Band-Verletzungen von eminenter Bedeutung für das spätere *Outcome* und die Prognose der Patienten. Als klinischer Test kann der Watson-Test (Radialduktion und leichte Flexion aus einer Ulnarduktion und leichten Handgelenksexension während der Untersucher gegen das Os scaphoideum drückt. Bei einer vorhandenen SL-Band-Läsion subluxiert das Os scaphoideum schmerzhaft für den Patienten und tastbar für den Untersucher) Hinweise auf eine SL-Band-Läsion geben (Buckup & Buckup, 2012). Oftmals ist das initiale Röntgenbild unauffällig, da eine Erweiterung des SL-Spalt erst nach einiger Zeit zu detektieren ist, wenn die proximale Handwurzelreihe auseinanderzuweichen beginnt. In einem systematischen Review von sieben Veröffentlichungen von Andersson et al. (2015) wurden MRT-Untersuchungen mit einer durchgeführten ASK als diagnostischer Goldstandard bezüglich der jeweils detektierten SL-Band-Läsionen verglichen. Hierbei zeigte sich, dass sich MRT-Untersuchungen nicht zum sicheren Nachweis einer SL-Band-Läsion eignen (Andersson et al., 2015). Zum selben Ergebnis kamen Mayer et al. (2013) in einer vergleichbaren Studie an 401 Patienten in der Vulpinus Klinik in Bad Rappenau mit präoperativer MRT-Untersuchung und anschließender Handgelenksarthroskopie. (Mayer et al., 2013). Zudem können auch bei qualitativ hochwertigen MRTs das Alter der Ruptur, die Qualität des Bandes oder der Bandreste und die Qualität des Knorpels nicht beurteilt werden. Diese Informationen sind jedoch für die Einleitung einer adäquaten Therapie obligat, weshalb zur sicheren Diagnosestellung auf den Goldstandard der Handgelenksarthroskopie zurückgegriffen werden muss.

Bei SL-Band-Läsionen empfiehlt sich eine zeitnahe Versorgung der Läsion nach dem Trauma, da sonst die intrinsische Fähigkeit der Bandheilung verloren geht und es

langfristig zu degenerativen Veränderungen im radio- und mediokarpalen Bereich im Sinne eines SLAC-Wrist kommen kann (Schneiders et al., 2005; Whipple, 1995).

Als frische Bandruptur werden Verletzungen mit nicht länger als sechs Wochen zurückliegendem Trauma bezeichnet. Entsprechend dem Rupturgrad wird hierfür eine adäquate Therapie eingeleitet. Frische Geissler-Läsionen 1. und 2. Grades bedürfen meist keiner operativen Versorgung. Die Therapie besteht in einer temporären Ruhigstellung mittels Handgelenkgips mit Daumeneinschluss. Frische Geissler-Läsionen von Typ 3 und 4 sind instabil und sollten operativ versorgt werden. Hierzu erfolgten im Klinikum rechts der Isar eine Bandnaht und eine temporäre Arthrothese (skapholunär und skaphokapital) mittels K-Drähten für sechs bis acht Wochen (Abbildung 7) sowie eine Handgelenksimmobilisation mittels Gipsschiene inklusive Daumeneinschluss für acht bis zehn Wochen.



Abbildung 7: Röntgenbilder eines Patienten aus der Studienpopulation vor und nach einer operativen Versorgung einer SL-Band-Läsion 4. Grades nach Geissler mittels einer temporären K-Draht-Transfixation

Bei älteren Bandrupturen entscheiden der Knorpelstatus und die Stellung der Handwurzelknochen über die weitere Therapie. Liegt bereits eine DISI-Fehlstellung vor, kann eine Bandrekonstruktion nur erfolgen, wenn der Knorpel der radiokarpalen

Gelenkfläche intakt ist und sich das Os lunatum aus der DISI-Position reponieren lässt. In diesem Fall kann eine dorsale Kapselplastik (Stephan et al., 2009) oder eine Bandplastik zum Beispiel nach der Methode von Brunelli erfolgen (Kalb et al., 2009). Ist bereits ein karpaler Kollaps im Sinne eines SLAC-Wrist eingetreten, können nur noch Rettungsoperationen, wie beispielsweise eine karpale Teilarthrodese (four corner fusion) oder eine Entfernung der proximalen Handwurzelreihe (proximal row carpectomy), erfolgen. Da dies nur Rettungsoperationen sind, muss dringend versucht werden, den karpalen Kollaps zu vermeiden.

2.4 Indikation zur Arthroskopie am Handgelenk

Die Überlegenheit der Arthroskopie (ASK) am Handgelenk zur Diagnosestellung von Verletzungen am TFCC oder am SL-Band gegenüber anderen Verfahren, wie klinischen Tests, Standardröntgenbildern in zwei Ebenen, Stressaufnahmen, Ultraschall, Arthrografien, MRT sowohl nativ als auch mit Kontrastmittel als indirekte oder direkte MR-Arthrografie, ist bereits mehrfach untersucht und bestätigt worden (Andersson et al., 2015; Dornberger et al., 2015; Gologan et al., 2014; Katerina Kasapinova et al., 2016; Mayer et al., 2013; Meyer et al., 2018; Ross et al., 2015; Roth et al., 1986; Schmauss et al., 2016). In der Studie von Mayer et al. (2013) sowie in der Studie von Schmauss et al. (2016) wurden hierfür die MRT-Befunde von verschiedenen niedergelassenen Radiologen mit unterschiedlicher apparativer Ausstattung ausgewertet. In der Studie von Ross et al. (2015) erfolgte die Auswertung der Befunde von Untersuchungen mit einem 1,5-Tesla-MRT von zwei erfahrenen Fachärzten für Radiologie. Bei Magnetresonanztomografen mit einer magnetischen Flussdichte von 3 Tesla konnte gezeigt werden, dass diese gegenüber 1,5-Tesla-Geräten in der Diagnostik von ligamentären Strukturen der Handwurzelknochen sowie des TFCC überlegen sind (Lenk et al., 2004). So konnte Magee (2009) mittels eines 3-Tesla-MRT bei einer Sensitivität für TFCC-Läsionen von 86 % und für SL-Band-Läsionen von 89 % gute Ergebnisse bezüglich der Diagnose von Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen im Vergleich zur Handgelenksarthroskopie erreichen. Die Untersuchungen hierfür wurden von zwei erfahrenen Fachärzten für Radiologie ausgewertet (Magee, 2009). Dies zeigt jedoch auch, dass trotz der technologischen Fortschritte im Bereich der Magnetresonanztomografen und der guten Ergebnisse

diese Untersuchungsmethode immer noch keine mit einer Arthroskopie vergleichbaren Ergebnisse gelingen.

Darüber hinaus dient eine Arthroskopie bei vorliegender zu versorgender distaler Radiusfraktur nicht nur zur Diagnostik von Begleitverletzungen, sondern auch der Kontrolle der durchgeführten Reposition. So zeigten Varitimidis et al. (2008), dass die zusätzliche arthroskopische Versorgung die Resultate der Patienten mit intraartikulären distalen Radiusfrakturen verbessert, wenn diese mit geschlossener Reposition unter Durchleuchtung und Anlage eines Fixateur externe sowie einer zusätzlichen K-Draht-Osteosynthese versorgt werden (Varitimidis et al., 2008). Ferner kann während einer ASK des Handgelenkes die Begleitverletzung im Gegensatz zu den rein diagnostischen Verfahren meist direkt versorgt werden (Fellinger et al., 2010).

Dagegen spricht, dass die ASK als invasiver Eingriff alle Nachteile einer Operation mit sich bringt. Es handelt sich hierbei am häufigsten um ein Scheitern beim Ausführen der Operation, zum Beispiel aufgrund eines Handgelenksganglions im Operationsfeld. Am zweithäufigsten ergeben sich Komplikationen aufgrund des Aufbaus. Hier kann es aufgrund der Traktion an den Fingern zu einer Dehnung der Nerven und somit zu einer Neuropraxie der Arm- und Handnerven, meistens auf Höhe der Finger, kommen. Weitere Nervenverletzungen können an den Arthroskopieportalen auftreten. Am häufigsten wird hierbei der dorsale, sensible Ast des N. ulnaris beschädigt. Mit abnehmender Häufigkeit kann Knorpel während einer Handgelenksarthroskopie beschädigt werden oder sich im Verlauf ein komplexes regionales Schmerzsyndrom (CRPS) ausbilden. Weiterhin wurde, jedoch weniger häufig, über eine postoperative Steifheit im Handgelenk, Sehnenverletzungen im 3., 4. und/oder 5. Strecksehnenfach sowie über iatrogen eingebrachte freie Körper, wie Instrumente, Nähte, Haare und andere Objekte, berichtet. Auch Blutungen und Infektionen bis hin zu einer eitrigen Arthritis, synoviale Fistelgänge, Schmerzen oder Verklebungen stellen mögliche Komplikationen bei Handgelenksarthroskopien dar (El-Gazzar et al., 2013; Leclercq et al., 2016; Rudigier et al., 2015). Weitere Nachteile der Handgelenksarthroskopie sind der komplexe Aufbau, die Operationsdauer sowie die damit verbundenen Kosten und die für eine Handgelenksarthroskopie nötigen operativen Fähigkeiten (Obdeijn et al., 2015).

Aufgrund dessen bedarf es einer feinen Selektion, welche Patienten von einer erweiterten Diagnostik und gegebenenfalls einer Ausweitung der operativen Therapie

mittels ASK profitieren und bei welcher Patientengruppe eine Standardröntgenuntersuchung und osteosynthetische Versorgung indiziert ist (Atesok et al., 2011; A. Klempka et al., 2016). Bei fehlenden evidenzbasierten Leitlinien empfehlen zum Beispiel Deiler et al. (2013) eine arthroskopisch unterstützte Frakturversorgung bei einem Spalt über 3 mm im Standardröntgenbild. Weiterhin wird empfohlen, für Typ-B- und -C-Frakturen des distalen Radius nach AO-Klassifikation ein CT des Handgelenkes anzufertigen. Bei Spalten oder Stufen im Gelenk über 1 mm sowie bei intraartikulären Fragmenten oder einem SL- oder LT-Spalt über 3 mm wird eine Arthroskopie des Handgelenkes mit der operativen Frakturversorgung empfohlen (Deiler et al., 2013). Bei der Kriterienauswahl beziehen sich Deiler et al. (2013) darauf, dass in anderen Studien gezeigt werden konnte, dass vor allem bei diesen Frakturtypen Begleitverletzungen auftreten (Forward et al., 2007; Rappold et al., 2001). Chloros et al. (2007) und Wiesler et al. (2006) sehen als Indikation für eine ASK bei distalen Radiusfrakturen das Vorliegen von Frakturen des Proc. styloideus radii, Die-Punch-Frakturen und intraartikuläre Frakturen mit Verdacht auf eine begleitende Läsion des TFCC oder eine Bandläsion (Chloros et al., 2007; Wiesler et al., 2006). Am Klinikum rechts der Isar wurde im Untersuchungszeitraum immer dann eine Handgelenksarthroskopie durchgeführt, sobald bei einer distalen Radiusfraktur eines der von Deiler et al. (2013) beschriebenen Kriterien vorlag.

3 ZIELSETZUNG

Aufgrund der Vielfalt an Patienten, Verletzungsmustern und Therapieoptionen bei distalen Radiusfrakturen ist es schwierig, allgemeingültige Aussagen bezüglich des bestmöglichen individuellen Therapieregimes zu erstellen. So sehen sowohl die AWMF-Leitlinie zur distalen Radiusfraktur als auch die amerikanische Leitlinie der American Academy of Orthopaedic Surgeons die Handgelenksarthroskopie als eine Option in der Behandlung der distalen Radiusfraktur (Dresing et al., 2015; Lichtman et al., 2009). Es bleibt unklar, bei welchen Patienten mit distalen Radiusfrakturen die Indikation zur arthroskopisch unterstützten Versorgung besteht. Ferner ist bis heute noch nicht ausreichend geklärt, inwiefern und ob sich die simultane Therapie der Begleitverletzungen auf die Resultate der Patienten auswirkt beziehungsweise, ob diese Patienten davon profitieren. In dieser Studie soll vor allem die Frage geklärt werden, ob die ASK, die nicht nur zeit- und kostenaufwendig ist, sondern auch zusätzliche Risiken mit sich bringt, eine sinnvolle oder eine verzichtbare Ergänzung in der Therapie der distalen Radiusfraktur darstellt.

Die nachfolgende Arbeit hatte das Ziel, folgende Fragestellungen zu beantworten:

1. Bei welchen Frakturtypen kam es zu Begleitverletzungen?
2. Welche Begleitverletzungen traten auf?
3. Unterschied sich das funktionelle Ergebnis in Abhängigkeit vom Alter der Patienten?
4. Hatten Patienten mit distaler Radiusfraktur und Begleitverletzung ein anderes funktionelles Ergebnis im MWQ als Patienten ohne Begleitverletzung?
5. War die Art der Begleitverletzung ausschlaggebend für das funktionelle Ergebnis?
6. Unterschied sich das Ergebnis der Nachuntersuchung
 - a) in Abhängigkeit vom Alter der Patienten?

b) in Abhängigkeit vom Vorliegen oder Nicht-Vorliegen einer Begleitverletzung?

4 PATIENTEN UND METHODEN

4.1 Merkmale der Studienpopulation

Bei den Studienteilnehmern handelte es sich um Patienten, die im Zeitraum vom 01.06.2012 bis zum 16.04.2015 im Klinikum rechts der Isar eine arthroskopisch unterstützte Versorgung einer distalen Radiusfraktur (DRF) nach AO-Klassifikation 23 A2 - C3 mit Adressierung potentieller Begleitverletzungen erhalten haben. In diesem Zeitraum wurden 72 Handgelenke von 71 Patienten mit DRF arthroskopiert.

Einschluss- und Ausschlusskriterien:

In unsere Studie wurden alle Patienten eingeschlossen, die im oben genannten Zeitraum im Klinikum rechts der Isar eine arthroskopisch unterstützte Versorgung einer distalen Radiusfraktur erhalten haben. Ausgeschlossen wurden hierbei Patienten unter 18 Jahren sowie distale Radiusfrakturen mit radiokarpalen Luxationsfrakturen, die offen versorgt wurden.

Bei den nachuntersuchten Patienten wurden diejenigen ausgeschlossen, bei denen beide Seiten betroffen waren.

Therapieübersicht der distalen Radiusfraktur:

Im oben genannten Zeitraum fanden im vorliegenden Patientenkollektiv im Klinikum rechts der Isar im Mittel bei einem betroffenen Handgelenk 1,5 Operationen (Minimum: 1, Maximum: 3) statt.

Die distalen Radiusfrakturen wurden im Klinikum rechts der Isar, abhängig vom jeweiligen Frakturtyp, versorgt. Bei 45 Handgelenken erfolgte die Versorgung mithilfe einer volaren Plattenosteosynthese, bei einem Handgelenk mittels volarer und dorsaler Plattenosteosynthese, bei drei Handgelenken mittels einer K-Draht-Osteosynthese, bei drei weiteren Handgelenken mit einer Schraubenosteosynthese am distalen Radius, bei zwei Handgelenken mittels K-Draht- und Schraubenosteosynthese, bei einer weiteren Fraktur mit volarer Plattenosteosynthese

und einem K-Draht in den Processus styloideus radii zur Sicherung des Repositionsergebnisses sowie bei drei Handgelenken mittels ASK alleine ohne zusätzliches Einbringen von Osteosynthesematerial. Abbildung 8 zeigt eine Übersicht der verwendeten Behandlungsstrategien bei vorliegender distaler Radiusfraktur.

Bei insgesamt 45 Handgelenken wurde die operative Versorgung der distalen Radiusfraktur während der gleichen Operation durchgeführt wie die Handgelenksarthroskopie. Bei 19 Frakturen wurde die ASK zusammen mit der Metallentfernung des vorher eingebrachten Osteosynthesematerials durchgeführt. In zwei Fällen wurde die ASK im Rahmen einer Revisionsoperation nach sekundärer Dislokation der Frakturfragmente vorgenommen. In sechs Fällen wurde die distale Radiusfraktur ohne Osteosynthesematerial therapiert.

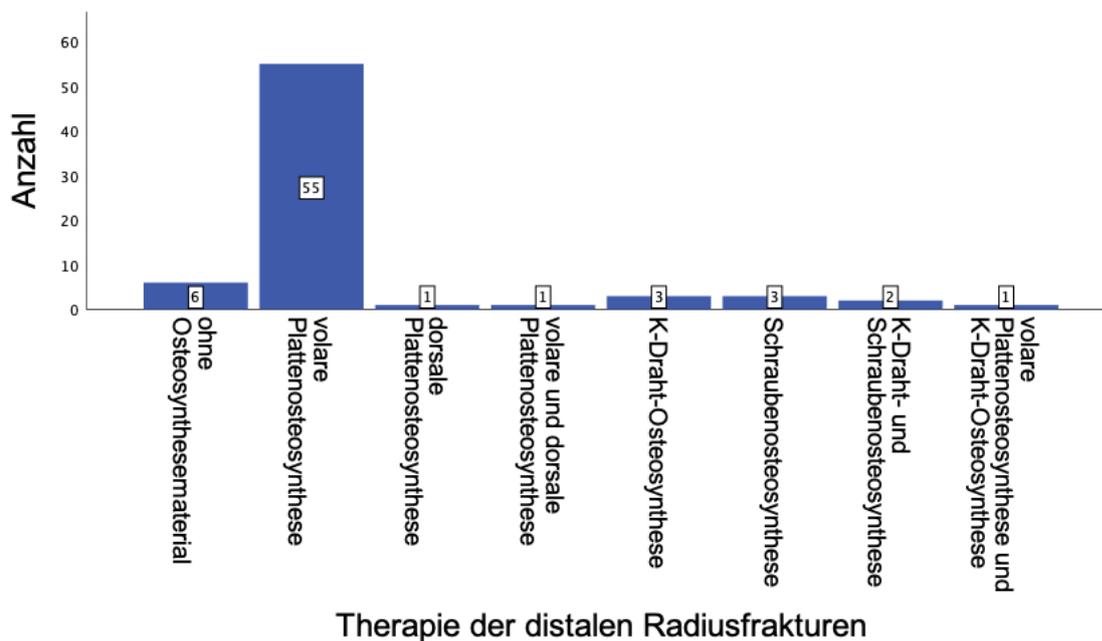


Abbildung 8: Anzahl der verschiedenen angewendeten Therapieoptionen der vorliegenden distalen Radiusfrakturen

Postoperative Nachbehandlung nach distaler Radiusfraktur:

Nach operativer Versorgung einer distalen Radiusfraktur mittels volarer Plattenosteosynthese bekamen die Patienten in der Regel postoperativ eine dorsale Dynacast-Unterarmschiene in Funktionsstellung des Handgelenkes für sechs Wochen

als Nachlagerungsschiene und bei belastenden Tätigkeiten. Ab dem ersten postoperativen Tag durften die Patienten aus der Schiene heraus aktive und passive Bewegungen ohne Belastung in allen Fingern der Hand und im Handgelenk durchführen. Nach sechs Wochen wurde die zunehmende Belastung erlaubt.

Therapieübersicht und postoperative Nachbehandlung der TFCC-Läsionen:

TFCC-1A-Verletzungen wurden debridiert oder subtotal reseziert. TFCC-1B-Läsionen wurden in drei Fällen debridiert bis subtotal reseziert, in drei Fällen genäht. TFCC-1D-Läsionen wurden debridiert oder subtotal reseziert und in zwei Fällen genäht. Die TFCC-Läsionen vom Typ 2 wurden beide debridiert. Die kombinierte Verletzung von TFCC-1A und -1B wurde genäht. Die beiden Handgelenke mit kombinierten Verletzungen des TFCC-1A und -1D wurden debridiert. Die kombinierte Verletzung des TFCC-1B und -1D wurde ulnarseitig mit zwei Nähten mit PDS-3.0 refixiert und radiallyseitig debridiert. Für die kombinierte Läsion des TFCC-1C und -1D fand eine subtotale Resektion statt. Die TFCC-Nähte erfolgten alle mit PDS-3.0-Fäden arthroskopisch mit Mini-Open-Technik.

Nach Débridement oder subtotaler Resektion waren im Anschluss eine sofortige schmerzadaptierte Bewegung und Belastung erlaubt. Nach Diskusrefixationsnaht waren eine schmerzadaptierte Bewegung sowie eine Belastung des Handgelenkes bis 2 kg für fünf Wochen und dann eine zunehmende Belastung bis zur Vollbelastung nach sechs bis acht Wochen erlaubt.

Therapieübersicht und postoperative Nachbehandlung der SL-Band-Läsionen:

Die SL-Band-Läsionen 1. Grades wurden konservativ behandelt. Bei fünf der sechs SL-Band-Läsionen 4. Grades wurde eine temporäre Arthrodesse mit zwei bis drei K-Drähten zwischen Os scaphoideum und Os lunatum und einem K-Draht zwischen Os scaphoideum und Os capitatum durchgeführt. Bei einer der sechs SL-Band-Läsionen 4. Grades bestand zusätzlich eine in Fehlstellung mit dorsaler Abkippung von 15° verheilte distale Radiusfraktur mit furchenförmigem Knorpelschaden zwischen Fossa scaphoidea und Fossa lunata ventrodorsal, der unmittelbar dem SL-Band gegenüberlag, und einem weiteren Knorpelschaden an der dorsalen Kante des Radius entlang der Fossa scaphoidea. Für eine Behebung der Schmerzursache wurde der

Patientin eine Umstellungsosteotomie und Wiederaufrichtung des Radius sowie eine SL-Bandplastik mit dorsaler Teildenerverung des Handgelenkes empfohlen. Dies wurde von der Patientin jedoch nicht gewünscht.

Nachbehandelt wurden die mit einer temporären K-Draht-Arthrodese des Karpus versorgten SL-Band-Läsionen 4. Grades mit einer dorsalen Dynacast-Unterarmschiene mit Daumeneinschluss für sechs Wochen. Nach sechs Wochen erfolgte die Entfernung der K-Drähte und sodann wurde eine zunehmende Bewegung und Belastung erlaubt.

Für die Arthroscopien wurden einheitlich eine 2,4-mm-30°-Winkeloptik der Firma Smith & Nephew verwendet sowie die dorsalseitigen Standardzugänge 3/4 zwischen dem 3. und 4. Strecksehnenfach 1 cm distal über dem Tuberculum listeri des Radius und radial des 6. Strecksehnenfaches (6R) über dem proximalen Rand des Os triquetrum gewählt. Der Patient wurde in Rückenlage gelagert, der betroffene Arm abduziert und in 90°-Stellung im Ellenbogengelenk unter 2 kg Extension aufgehängt. Bei vorgefundenem Frakturhämatom wurde das Radiokarpalgelenk mit 4 bis 8 ml Spüllösung gefüllt. Die Arthroscopien wurden von einem Oberarzt durchgeführt.

4.2 Ablauf der Studie

Nach Genehmigung durch die Ethikkommission unter der Referenznummer 327/15s wurden ab März 2016 die 71 Patienten mit 72 betroffenen Handgelenken telefonisch und postalisch kontaktiert. Die Studie wurde den Patienten per Telefon erklärt und sie wurden zu einer Nachuntersuchung eingeladen. 40 Patienten (41 Handgelenke) konnten somit nachuntersucht werden. Am Tag der Nachuntersuchung erhielten die Patienten zudem den MWQ zum Ausfüllen, mit der Bitte diesen auszufüllen. Alle zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten füllten diesen am Tag der Nachuntersuchung aus. War keine klinische Untersuchung möglich, wurde ihnen der Munich Wrist Questionnaire (MWQ, Anhang II) zusammen mit einer Patienteninformation (Anhang I) sowie einer Patienteneinverständniserklärung

(Anhang IV) und einem frankierten Rückumschlag zugesandt. Insgesamt füllten 55 Patienten (56 Handgelenke) den MWQ aus.

4.2.1 Munich Wrist Questionnaire (MWQ)

In dieser Studie wurde der Munich Wrist Questionnaire (MWQ) verwendet, um die Resultate nach arthroskopisch versorgten distalen Radiusfrakturen zu beurteilen. Dies ist ein validierter handgelenk-spezifischer PROM, der subjektive und objektive Kriterien zusammenfasst (Beirer et al., 2016). Als subjektive Parameter werden Schmerzen und Einschränkungen an der Arbeit oder bei Aktivitäten des täglichen Lebens abgefragt. Als objektive Parameter finden sich Fragen zur Griffstärke, der Beweglichkeit im Handgelenk sowie Umwendbewegungen im Unterarm. Das Verhältnis von subjektiven und objektiven Parametern in der Auswertung beträgt ungefähr 1:1 mit einer leichten Dominanz zugunsten der objektiven Parameter. Mit dem MWQ lässt sich der Munich Wrist Score (MWS) errechnen. Das hierbei höchstmöglich zu erreichende Ergebnis sind 250 Punkte, entsprechend 100 % (Beirer et al., 2016). Im Anhang befindet sich eine Anleitung zur Auswertung (Anhang III) des MWQ.

4.2.2 Nachuntersuchungen

Für die Nachuntersuchungen wurden ein Goniometer aus Kunststoff von Lehmanns Media (Anhang V), ein Maßband der Firma Juzo (Anhang VI) und ein hydraulisches Handdynamometer der Firma SAEHAN (Anhang VII) verwendet. Bei den Nachuntersuchungen, die nach der Neutral-Null-Methode durchgeführt wurden, diente das Messblatt für die oberen Gliedmaße der Berufsgenossenschaften als Vorlage (Unfallversicherung, 2017). Die Nachuntersuchungen wurden im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt. Nachuntersucht wurden sowohl das operierte Handgelenk als auch die gesunde Gegenseite, als Kontrolle. Es wurden folgende Parameter erfasst:

Dorsalextension/Palmarflexion im Handgelenk:

Vorgehen: Der Patient streckt beide Arme nach vorne aus und bewegt zuerst die Hände im Handgelenk nach handrückenwärts, dann nach hohlhandwärts (Abbildung 9); (Unfallversicherung, 2017).

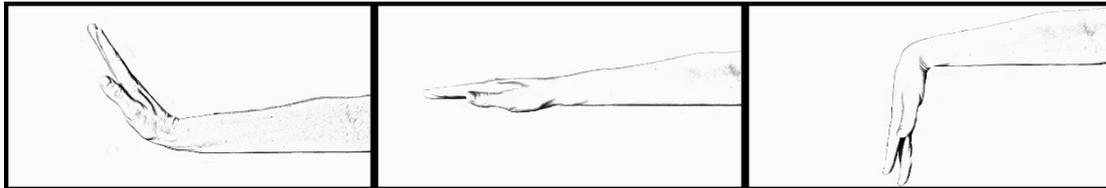


Abbildung 9: Dorsalextension/Palmarflexion im Handgelenk (Fotografien, digital nachbearbeitet)

Radial-/Ulnarduktion:

Vorgehen: Der Patient legt den Unterarm auf dem Untersuchungstisch ab und bewegt zuerst die Hand im Handgelenk nach speichenwärts, dann nach ellenwärts (Abbildung 10); (Unfallversicherung, 2017).

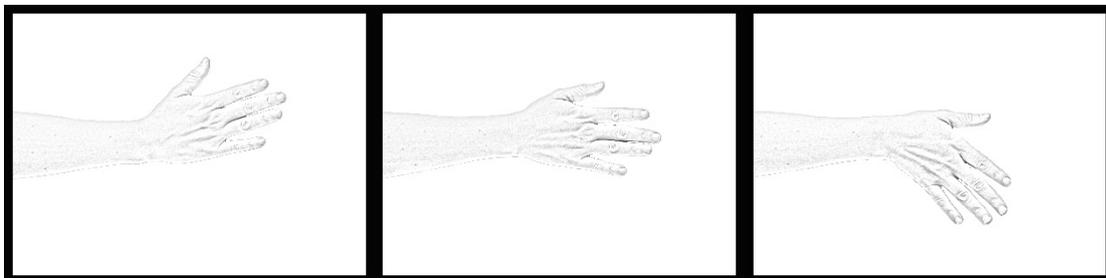


Abbildung 10: Radial-/Ulnarduktion im Handgelenk (Fotografien, digital nachbearbeitet)

Kraftgrad bei Faustschluss in kg:

Vorgehen: Das hydraulische Handdynamometer wird vom Patienten je Hand einmal so lange und fest wie möglich auf Stufe 1 gedrückt und vom Untersucher der maximal erreichte Wert notiert. Falls der Patient so wirkt, als hätte er nicht seine volle Kraft aufgewendet, wird er motiviert, nach einer kurzen Pause noch einmal und so kräftig wie möglich zu drücken. Da der maximal erreichbare Kraftgrad ermittelt werden sollte und es sich bei den Untersuchungen mit einer Ausnahme nicht um gesetzliche

Rentengutachten handelte, wurde den Patienten keine mutwillige Manipulation der Messungen unterstellt. Deshalb wurde auf eine wie bei handchirurgischen Rentengutachten übliche dreimalige Messung auf allen fünf Stufen in schneller Abfolge verzichtet (Krupp et al., 2005).

Beweglichkeit in Prozent im betroffenen Handgelenk:

Zur Berechnung des Bewegungsumfanges eines Handgelenkes wurden die mittleren Messwerte für Dorsalextension, Palmarflexion sowie der Radial- und Ulnardeviation jeweils für das betroffene und das gesunde Handgelenk bestimmt. Sodann wurden die mittleren Messwerte der betroffenen Seite mit den Messwerten der gesunden Seite in Verhältnis gesetzt und in Prozent angegeben:

$$\text{Bewegungsumfang in \%} = 100 \times \frac{\text{Bewegungsumfang betroffenes Handgelenk}}{\text{Bewegungsumfang gesundes Handgelenk}}$$

Kraftgrad in Prozent im betroffenen Handgelenk:

Analog zur Berechnung der Beweglichkeit wurde beim Kraftgrad vorgegangen:

$$\text{Kraftgrad in \%} = 100 \times \frac{\text{Kraftgrad der betroffenen Hand}}{\text{Kraftgrad der gesunden Hand}}$$

4.3 Statistische Methoden und verwendete Programme

Zur Auswertung wurde IBM SPSS Statistics Client 25.0 Base StudyPack für Mac verwendet. Mithilfe des Shapiro-Wilk-Tests wurde herausgefunden, ob die Daten normalverteilt waren. Bei normalverteilten Werten wurde zur Überprüfung mit dichotomen Variablen ein t-Test durchgeführt. Bei nicht-normalverteilten Werten wurde ein Mann-Whitney-U-Test oder ein Wilcoxon-Test angewandt. Zur Überprüfung der Signifikanz von Kreuztabellen wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson verwendet. Sobald über 20 % der Zellen eine erwartete Häufigkeit kleiner als Fünf

hatten, wurde der Exakte Test nach Fisher verwendet (Weiß, 2019). Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

Als Zitierprogramm wurde EndNote X8 für Mac verwendet. Die intraoperativ während einer ASK aufgenommenen Bilder der TFCC- sowie der SL-Band-Läsion wurden am Klinikum rechts der Isar mit Aida Compact von Karl Storz dokumentiert. Die Patientendaten wurden in SAP und die Röntgenbilder in PACS archiviert und von diesen Programmen extrahiert und verwendet.

Die Bildbearbeitungen, wie zum Beispiel das Einbringen von schwarzen Balken in die Patienteninformation im Anhang sowie die bearbeiteten Fotografien zum Darstellen der Nachuntersuchungen, wurden mit Microsoft PowerPoint, Adobe Photoshop CS 3 Extended und mit Adobe Photoshop Elements 15 für Windows durchgeführt.

4.4 Datenschutz

Die Daten der Patienten wurden unter Verwendung der Patientennummer pseudonymisiert verwaltet. Die Patienten wurden darüber sowohl schriftlich als auch mündlich aufgeklärt. Ihre Daten wurden nur verwendet, sofern eine schriftliche Einverständniserklärung vorlag. Ein Exemplar dieser Patienteneinverständniserklärung findet sich im Anhang IV.

5 ERGEBNISSE

Das gesamte Patientengut, das im Zeitraum vom 01.06.2012 bis 16.04.2015 im Klinikum rechts der Isar eine arthroskopische Handgelenksuntersuchung bei Vorliegen einer distalen Radiusfraktur erhalten hat, bestand aus 71 Patienten mit 72 betroffenen Handgelenken. Von diesen Patienten füllten 55 mit 56 betroffenen Handgelenken den MWQ aus. Innerhalb dieser Gruppe konnten 39 Patienten mit 39 betroffenen Handgelenken zusätzlich zum ausgefüllten Fragebogen nachuntersucht werden. Eine Übersicht gibt Abbildung 11.

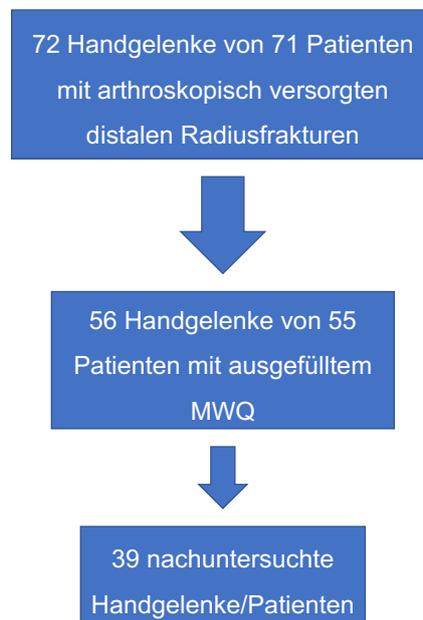


Abbildung 11: Übersicht über das Patientenkollektiv

5.1 Auswertung des gesamten Patientenguts

5.1.1 Geschlechterverteilung

In der gesamten Studienpopulation (71 Patienten, 72 betroffene Handgelenke) befanden sich 51 % Frauen (n = 36) und 49 % Männer (n = 35). Bei einem der männlichen Patienten waren beide Handgelenke betroffen.

5.1.2 Durchschnittliches Alter

Das mittlere Alter am Unfalltag aller Patienten ($n = 72$) betrug 46 Jahre ($SEM = 2$). Das mittlere Alter der Männer ($n = 36$) betrug 41 Jahre ($SEM = 3$), das mittlere Alter der Frauen ($n = 36$) 50 Jahre ($SEM = 3$). Somit waren die weiblichen Patienten statistisch signifikant älter als die männlichen ($p = 0,025$ nach Mann-Whitney-U-Test).

5.1.3 Frakturverteilung

In unserer Studienpopulation lag bei 7 % der Handgelenke eine Typ-A-Fraktur ($n = 5$), bei 19 % der Handgelenke eine Typ-B-Fraktur ($n = 14$) und bei 74 % der Handgelenke eine Typ-C-Fraktur vor ($n = 53$).

5.1.3.1 Geschlechterverteilung der einzelnen Frakturen

Abbildung 12 gibt eine Übersicht über die Geschlechterverteilung bezüglich der einzelnen Frakturen.

Typ-A-Frakturen:

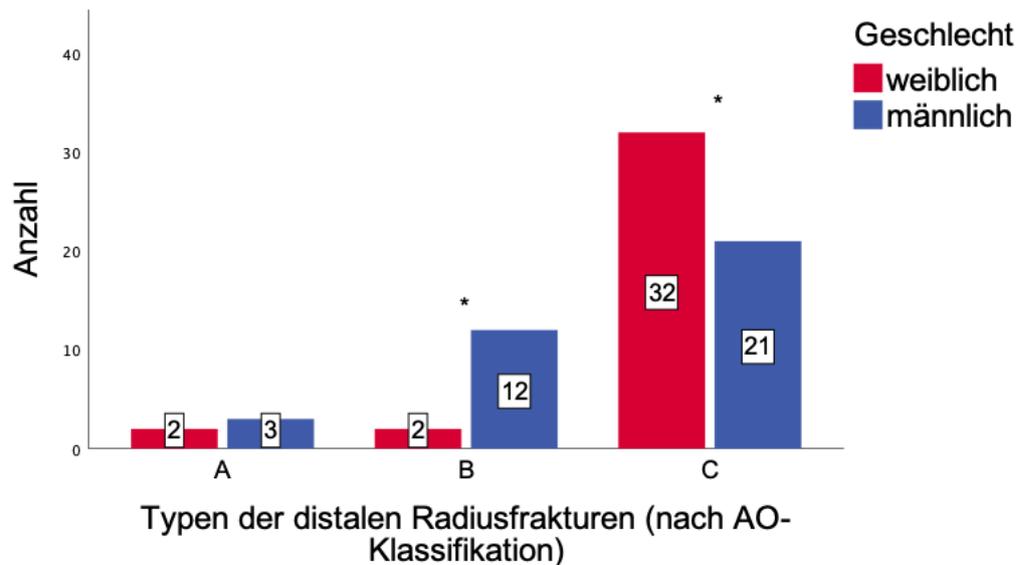
40 % der Patienten ($n = 2$) mit Typ-A-Frakturen waren weiblich und 60 % ($n = 3$) männlich.

Typ-B-Frakturen:

14 % der Patienten ($n = 2$) mit Typ-B-Frakturen waren weiblich und 86 % ($n = 12$) männlich. Die Anteile der Geschlechter waren somit signifikant unterschiedlich ($p = 0,006$; Exakter Test nach Fisher).

Typ-C-Frakturen:

Bei den Typ-C-Frakturen war die Geschlechterverteilung umgekehrt. Mit 60 % (n = 32) waren signifikant häufiger weibliche Patienten als männliche mit 40 % (n = 21) betroffen (p = 0,007; Exakter Test nach Fisher).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 12: Anzahl der Patienten mit vorliegender DRF nach AO-Klassifikation unterteilt nach Geschlecht

5.1.3.2 Durchschnittliches Alter in Abhängigkeit vom Frakturtyps

Typ-A-Frakturen:

Das mittlere Alter der Patienten mit Typ-A-Frakturen (n = 5) betrug 46 Jahre (SEM = 9).

Typ-B-Frakturen:

Das mittlere Alter der Patienten mit Typ-B-Frakturen (n = 14) betrug 34 Jahre (SEM = 4). Die Patienten mit Typ-B-Frakturen waren signifikant jünger als diejenigen mit Typ-A- oder -C-Frakturen (p = 0,006; Mann-Whitney-U-Test).

Typ-C-Frakturen:

Das mittlere Alter der Patienten mit Typ-C-Frakturen (n = 53) betrug 49 Jahre (SEM = 2). Die Patienten mit Typ-C-Frakturen waren signifikant älter als Patienten ohne Typ-C-Fraktur (p = 0,014; Mann-Whitney-U-Test).

5.1.4 Begleitverletzungen

5.1.4.1 Häufigkeit der einzelnen Begleitverletzungen

Bei 67 % der Handgelenke (n = 48) lag eine TFCC-Läsion und/oder eine SL-Band-Läsion vor. Am häufigsten zeigte sich hier bei 43 % der Patienten eine isolierte TFCC-Läsion (n = 31), in 13 % der Fälle eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 9) und in 11 % der Fälle eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion (n = 8). Bei 33 % der Handgelenke (n = 24) bestand keine Begleitleäsion. Am häufigsten gab es mit 72 % Begleitverletzungen bei Patienten mit Typ-C-Frakturen (n = 38). Bei Patienten mit Typ-B-Frakturen lag in 57 % der Fälle eine Begleitverletzung (n = 8) vor und bei Patienten mit Typ-A-Frakturen in 40 % der Fälle (n = 2).

Isolierte TFCC-Läsionen:

31 Handgelenke zeigten eine isolierte Verletzung des TFCC. TFCC-1A-Läsionen lagen in 26 % der Fälle (n = 8), TFCC-1B-Läsionen in 10 % der Fälle (n = 3), TFCC-1D-Läsionen in 45 % der Fälle (n = 14) und TFCC-2-Läsionen in 7 % der Fälle (n = 2) vor. Die Kombination aus TFCC-1A und -1B-Läsionen lag in 3 % der Fälle (n = 1), TFCC-1A und -1D in 7 % der Fälle (n = 2) sowie TFCC-1B und -1D in 3 % der Fälle (n = 1) vor.

Isolierte SL-Band-Läsionen:

Bei neun Handgelenken lag eine isolierte SL-Band-Ruptur vor. 67 % davon waren 1. Grades (n = 6) und 33 % 4. Grades (n = 3).

TFCC- und SL-Band-Läsionen:

Bei acht Patienten lagen sowohl TFCC- als auch SL-Band-Läsionen vor. Bei den TFCC-Läsionen handelte es sich in 13 % der Fälle (n = 1) um eine TFCC-1A-Läsion, in 38 % der Fälle um eine TFCC-1B-Läsion (n = 3), in 38 % der Fälle um eine TFCC-1D-Läsion (n = 3) und in 13 % der Fälle um eine TFCC-1C- und -1D-Läsion (n = 1). Bei den SL-Band-Läsionen handelte es sich in 63 % der Fälle um eine SL-Band-Läsion 1. Grades (n = 5) und in 38 % der Fälle um eine SL-Band-Läsion 4. Grades (n = 3).

5.1.4.2 Häufigkeit der Begleitverletzungen nach Frakturtyp

Typ-A-Frakturen:

Bei den fünf Patienten mit Typ-A-Fraktur lag in 20 % der Fälle eine zusätzliche isolierte TFCC-Läsion (n = 1), in weiteren 20 % der Fälle eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 1) und in 60 % der Fälle keine Begleitverletzung (n = 3) vor.

Typ-B-Frakturen:

Bei den 14 Patienten mit Typ-B-Fraktur lagen in 14 % der Fälle zusätzlich isolierte TFCC-Läsionen (n = 2), in 29 % der Fälle isolierte SL-Band-Läsionen (n = 4), in 14 % der Fälle eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion (n = 2) sowie in 43 % der Fälle keine Begleitverletzung (n = 6) vor. Es zeigte sich eine relative Häufung von SL-Band-Läsionen bei Typ-B-Frakturen, die jedoch nicht statistisch signifikant war ($p = 0,081$; Exakter Test nach Fisher). Allerdings lag eine signifikante Häufung von SL-Band-Läsionen bei Typ-B1-Frakturen im Vergleich zu Nicht-Typ-B1-Frakturen nach AO-Klassifikation vor ($p = 0,002$; Exakter Test nach Fisher).

Typ-C-Frakturen:

Bei den 53 Patienten mit Typ-C-Fraktur zeigte sich in 53 % der Fälle eine zusätzlich vorliegende isolierte TFCC-Läsion (n = 28), in 9 % der Fälle eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 5), in 9 % der Fälle eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion (n = 5) und in 28 % der Fälle keine Begleitverletzung (n = 15).

5.1.4.3 Geschlechterverteilung der einzelnen Begleitverletzungen

Isolierte TFCC-Läsionen:

52 % der Patienten mit isolierter TFCC-Läsion waren weiblich (n = 16) und 48 % der Patienten männlich (n = 15).

Isolierte SL-Band-Läsionen:

89 % der Patienten mit isolierter SL-Band-Läsion waren männlich (n = 8) und 11 % der Patienten weiblich (n = 1). Es waren signifikant mehr Männer als Frauen von SL-Band-Läsionen betroffen (p = 0,028; Exakter Test nach Fisher).

TFCC- und SL-Band-Läsionen:

Von einer kombinierten TFCC- und SL-Band-Läsion waren beide Geschlechter mit gleicher Häufigkeit betroffen (je 4 Fälle).

Keine Begleitverletzungen:

63 % der Patienten ohne Begleitverletzungen waren weiblich (n = 15) und 38 % der Patienten waren männlich (n = 9).

5.1.4.4 Altersverteilung der einzelnen Begleitverletzungen

Isolierte TFCC-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit distalen Radiusfrakturen, die zusätzlich eine TFCC-Läsion (n = 31) als Begleitverletzung erlitten hatten, lag bei 48 Jahren (SEM = 3).

Isolierte SL-Band-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit zusätzlich zur distalen Radiusfraktur vorliegender SL-Band-Läsion (n = 9) betrug 39 Jahre (SEM = 6). Patienten mit isolierter SL-Band-

Läsion als Begleitverletzung waren nicht signifikant jünger als Patienten mit isoliert vorliegender TFCC-Läsion zur distalen Radiusfraktur ($p = 0,109$; Mann-Whitney-U-Test). Verglichen mit Patienten mit kombinierten TFCC- und SL-Band-Verletzungen als Begleitläsionen waren sie jedoch signifikant jünger ($p = 0,038$; Mann-Whitney-U-Test).

TFCC- und SL-Band-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit kombiniert vorliegenden Läsionen des TFCC und des SL-Bandes ($n = 8$) als Begleitverletzungen zur distalen Radiusfraktur war 57 Jahre (SEM = 6).

Keine Begleitverletzungen:

Das mittlere Alter der Patienten ohne Begleitverletzung ($n = 24$) lag bei 41 Jahren (SEM = 4).

5.1.5 Therapie der distalen Radiusfraktur

In 8 % der Fälle wurde die distale Radiusfraktur konservativ therapiert ($n = 6$). In 17 % der Fälle handelte es sich hierbei um Typ-A-Frakturen ($n = 1$), in weiteren 17 % um Typ-B-Frakturen ($n = 1$) und in 67 % der Fälle um Typ-C-Frakturen ($n = 3$). Die Typ-A-Fraktur, die Typ-B-Fraktur sowie zwei der Typ-C-Frakturen wurden initial nicht im Klinikum rechts der Isar behandelt. Die anderen beiden Typ-C-Frakturen zeigten in der ASK jeweils stabile Frakturverhältnisse, die keiner weiteren Stabilisierung mittels Osteosynthesematerial bedurften.

In 92 % der Fälle wurde die distale Radiusfraktur mit einer Osteosynthese versorgt ($n = 66$). In 6 % der Fälle handelte es sich hierbei um Typ-A-Frakturen ($n = 4$), in 20 % der Fälle um Typ-B-Frakturen ($n = 13$) und in 74 % der Fälle um Typ-C-Frakturen ($n = 49$).

5.2 Auswertung Munich Wrist Questionnaire

Vom Patientengut (71 Patienten mit 72 Frakturen) wurden im Zeitraum vom 07.03.2016 bis 24.04.2017 von insgesamt 55 Patienten der Munich Wrist Questionnaire (MWQ) zu 56 betroffenen Handgelenken ausgefüllt. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 78 %. Es lagen im Mittel 33 Monate (11 - 193 Monate) zwischen der ersten operativen Versorgung im Klinikum rechts der Isar und dem Ausfüllen des MWQ. Das funktionelle *Outcome* wurde mittels MWQ (Anhang II) ermittelt.

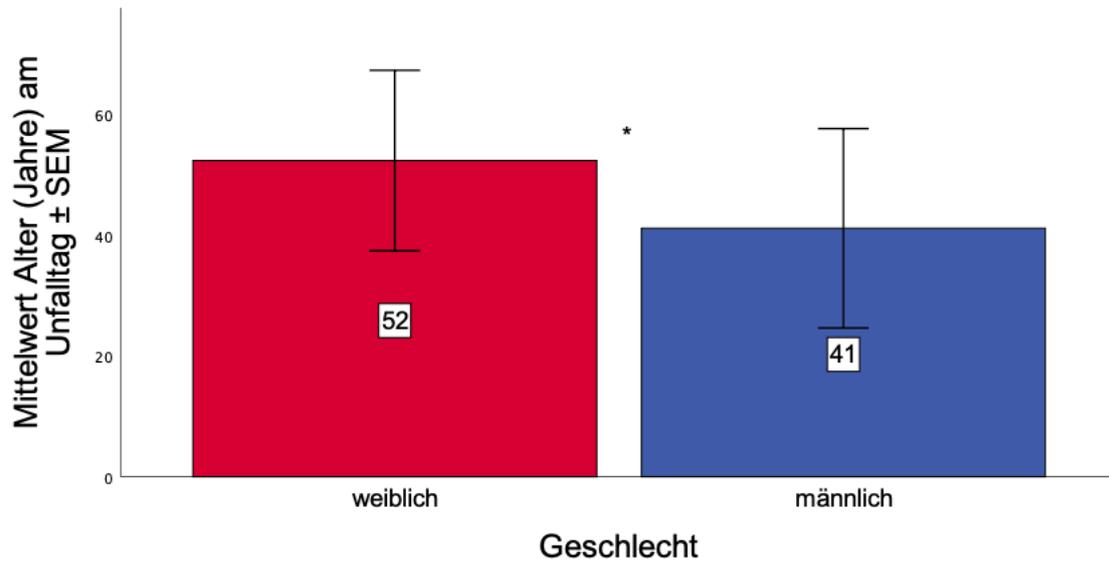
5.2.1 Geschlechterverteilung

52 % der Patienten waren weiblich (n = 29) und 48 % der Patienten waren männlich (n = 27).

5.2.2 Durchschnittliches Alter

Das mittlere Alter am Unfalltag der Patienten (n = 56), die den MWQ ausgefüllt haben, betrug 47 Jahre (SEM = 2). Dabei war der jüngste Patient 18 und der älteste 76 Jahre alt.

Die weiblichen Patienten (n = 29) waren mit einem mittleren Alter von 52 Jahren (SEM = 3) signifikant älter als die männlichen Patienten (n = 27) mit einem mittleren Alter von 41 Jahren (SEM = 3); (p = 0,013 nach Mann-Whitney-U-Test); (Abbildung 13).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 13: Alter am Unfalltag unterteilt nach Geschlecht

5.2.3 Frakturverteilung

Von den 56 mittels MWQ nachuntersuchten Handgelenken handelte es sich in 9 % der Fälle um Typ-A-Frakturen (n = 5), in 16 % der Fälle um Typ-B-Frakturen (n = 9) und in 75 % der Fälle um Typ-C-Frakturen (n = 42) (Abbildung 14).

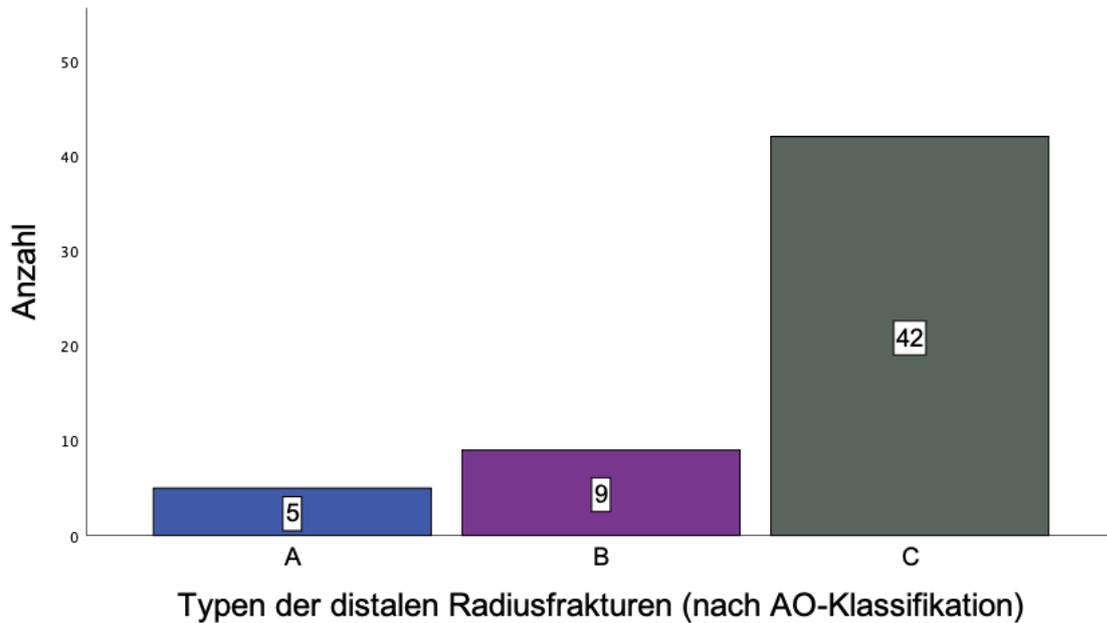


Abbildung 14: Anzahl der Frakturtypen der distalen Radiusfrakturen

5.2.3.1 Geschlechterverteilung der einzelnen Frakturen

Abbildung 15 gibt eine Übersicht über die Geschlechterverteilung der einzelnen Frakturen.

Typ-A-Frakturen:

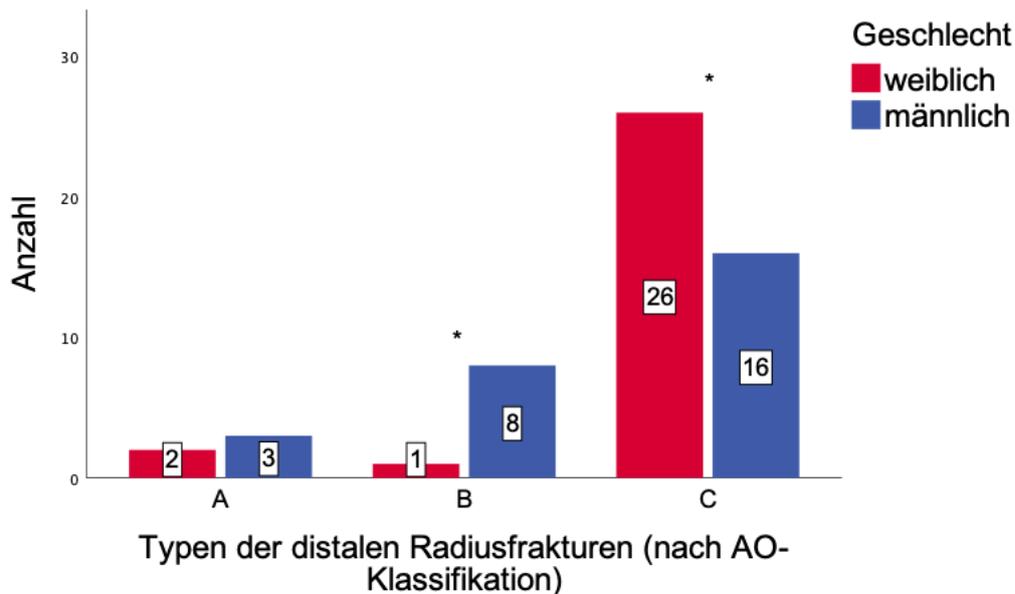
Von den fünf Patienten mit Typ-A-Frakturen waren 40 % weiblich (n = 2) und 60 % männlich (n = 3).

Typ-B-Frakturen:

Von den neun Patienten mit Typ-B-Frakturen waren 11 % weiblich (n = 1) und 89 % männlich (n = 8). Es waren signifikant mehr männliche als weibliche Patienten, die Typ-B-Frakturen erlitten im Gegensatz zu Typ-A- und -C-Frakturen (p = 0,010; Exakter Test nach Fisher).

Typ-C-Frakturen:

Von den 42 Patienten mit Typ-C-Frakturen waren 62 % weiblich (n = 26) und 38 % männlich (n = 16). Es waren signifikant mehr Frauen von distalen Radiusfrakturen vom Typ-C nach AO-Klassifikation betroffen als Männer im Vergleich zu den anderen beiden Frakturtypen (p = 0,013; Exakter Test nach Fisher).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 15: Anzahl der Patienten mit vorliegender DRF nach AO-Klassifikation unterteilt nach Geschlecht

5.2.3.2 Durchschnittliches Alter in Abhängigkeit vom Frakturtyps

Typ-A-Frakturen:

Das mittlere Alter der Patienten mit Typ-A-Frakturen (n = 5) betrug 46 Jahre (SEM = 9). Es zeigte sich kein signifikanter Altersunterschied bei Patienten mit Typ-A- und Nicht-Typ-A-Frakturen (p = 0,920; Mann-Whitney-U-Test).

Typ-B-Frakturen:

Das mittlere Alter der Patienten mit Typ-B-Frakturen (n = 9) betrug 35 Jahre (SEM = 4). Die Patienten mit Typ-B-Frakturen waren signifikant jünger als die Patienten mit Nicht-Typ-B-Frakturen (p = 0,013; Mann-Whitney-U-Test).

Typ-C-Frakturen:

Das mittlere Alter der Patienten mit Typ-C-Frakturen (n = 42) betrug 50 Jahre (SEM = 2). Die Patienten mit Typ-C-Frakturen waren signifikant älter als diejenigen ohne Typ-C-Frakturen (p = 0,030; Mann-Whitney-U-Test).

5.2.4 Begleitverletzungen

5.2.4.1 Häufigkeit der einzelnen Begleitverletzungen

Bei 70 % der Handgelenke (n = 39) zeigten sich eine TFCC-Läsion und/oder eine SL-Band-Läsion. Am häufigsten war hier mit 43 % (n = 24) eine isolierte TFCC-Läsion als Begleitverletzung festzustellen. In 14 % der Fälle (n = 8) lag eine isolierte SL-Band-Verletzung und in 13 % der Fälle (n = 7) eine Kombination aus TFCC- und SL-Band-Läsion vor. Bei 30 % der Handgelenke (n = 17) bestand keine Begleitverletzung.

Isolierte TFCC-Läsionen:

24 Handgelenke zeigten eine isolierte Verletzung des TFCC. TFCC-1A-Läsionen lagen in 25 % der Fälle (n = 6), TFCC-1B-Läsionen in 8 % der Fälle (n = 2), TFCC-1D-Läsionen in 54 % der Fälle (n = 13) vor. Die Kombination aus TFCC-1A- und -1B-Läsionen lag in 4 % der Fälle (n = 1) und die Kombination aus TFCC-1A und -1D in 8 % der Fälle (n = 2) vor.

Isolierte SL-Band-Läsionen:

Bei acht Handgelenken lag eine isolierte SL-Band-Ruptur vor. 75 % davon waren 1. Grades (n = 6) und 25 % 4. Grades (n = 2).

TFCC- und SL-Band-Läsionen:

Bei sieben Patienten lagen sowohl TFCC- als auch SL-Band-Läsionen vor. Bei den TFCC-Läsionen handelte es sich in 14 % der Fälle um eine TFCC-1A-Läsion (n = 1), in 29 % der Fälle um eine TFCC-1B-Läsion (n = 2), in 43 % der Fälle um eine TFCC-

1D-Läsion (n = 3) und in 14 % der Fälle um eine TFCC-1C- und -1D-Läsion (n = 1). Bei den SL-Band-Läsionen handelte es sich in 57 % der Fälle um eine SL-Band-Läsion 1. Grades (n = 4) und in 43 % der Fälle um eine SL-Band-Läsion 4. Grades (n = 3).

5.2.4.2 Häufigkeit der Begleitverletzungen nach Frakturtyp

Typ-A-Frakturen:

Bei den fünf Patienten mit Typ-A-Frakturen lag in 20 % der Fälle eine zusätzliche isolierte TFCC-Läsion (n = 1), in 20 % der Fälle eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 1) und in 60 % der Fälle keine Begleitverletzung (n = 3) vor.

Typ-B-Frakturen:

Bei den neun Patienten mit Typ-B-Frakturen lag in 22 % der Fälle (n = 2) eine isolierte TFCC-Läsion als Begleitläsion, in 33 % der Fälle (n = 3) eine isolierte SL-Band-Läsion als Begleitläsion, in 22 % der Fälle (n = 2) eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion und in 22 % der Fälle (n = 2) keine Begleitläsion vor. Es bestand eine signifikante Häufung von SL-Band-Läsionen bei Typ-B1-Frakturen ($p = 0,039$; Chi-Quadrat-Test nach Pearson).

Typ-C-Frakturen:

Bei den 42 Patienten mit Typ-C-Frakturen lag in 50 % der Fälle zusätzlich eine isolierte TFCC-Läsion (n = 21), bei 12 % eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 5), bei 10 % eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion (n = 4) und bei 29 % keine Begleitverletzung (n = 12) vor.

5.2.4.3 Geschlechterverteilung der einzelnen Begleitverletzungen

Isolierte TFCC-Läsionen:

Beide Geschlechter waren gleich häufig von isolierten TFCC-Läsionen betroffen (je 12 Fälle).

Isolierte SL-Band-Läsionen:

88 % der Patienten mit isolierter SL-Band-Läsion waren männlich (n = 7) und 13 % der Patienten weiblich (n = 1). Bei den Männern lag signifikant häufiger eine isolierte SL-Band-Läsionen vor ($p = 0,023$; Exakter Test nach Fisher).

TFCC- und SL-Band-Läsionen:

57 % der Patienten mit kombinierten TFCC- und SL-Band-Läsionen waren weiblich (n = 4) und 43 % der Patienten männlich (n = 3).

Keine Begleitverletzungen:

71 % der Patienten ohne Begleitverletzungen waren weiblich (n = 12) und 29 % der Patienten waren männlich (n = 5).

5.2.4.4 Altersverteilung der einzelnen Begleitverletzungen

Isolierte TFCC-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit distalen Radiusfrakturen, die zusätzlich eine TFCC-Läsion (n = 24) als Begleitverletzung erlitten hatten, lag bei 48 Jahren (SEM = 3). Die Patienten mit isoliert vorliegender TFCC-Läsion (n = 24) waren mit durchschnittlich 48 Jahren (SEM = 3) im Vergleich zu denen mit isoliert vorliegenden SL-Band-Rupturen (n = 8) mit durchschnittlich 36 Jahren (SEM = 5) signifikant älter ($p = 0,039$; Mann-Whitney-U-Test).

Isolierte SL-Band-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit zusätzlich zur distalen Radiusfraktur vorliegender SL-Band-Läsion (n = 8) lag bei 36 Jahren (SEM = 36). Die Patienten, bei denen eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 8; MW \pm SEM: 36 \pm 5 Jahre) vorlag, waren signifikant jünger als die Patienten mit einer TFCC-Läsion in Kombination mit einer SL-Band-Läsion (n = 7; MW \pm SEM: 59 \pm 6 Jahre); ($p = 0,014$; Mann-Whitney-U-Test).

TFCC- und SL-Band-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit kombiniert vorliegenden Läsionen des TFCC und des SL-Bandes (n = 7) als Begleitverletzungen zur distalen Radiusfraktur betrug 59 Jahre (SEM = 6).

Keine Begleitverletzungen:

Das mittlere Alter der Patienten am Unfalltag belief sich bei den Patienten mit Begleitverletzungen (n = 39) auf 48 Jahre (SEM = 3). Die Patienten ohne Begleitverletzungen (n = 17) waren durchschnittlich 46 Jahre alt (SEM = 4).

5.2.6 Ergebnisse gemessen anhand des MWQ

5.2.6.1 Vergleich der Geschlechter

Beim Vergleich des funktionellen *Outcome* zwischen männlichen und weiblichen Patienten zeigte sich, gemessen anhand des MWQ, kein signifikanter Unterschied bezüglich des Geschlechts; ($p = 0,876$; t-Test bei unabhängigen Stichproben); (Abbildung 16).

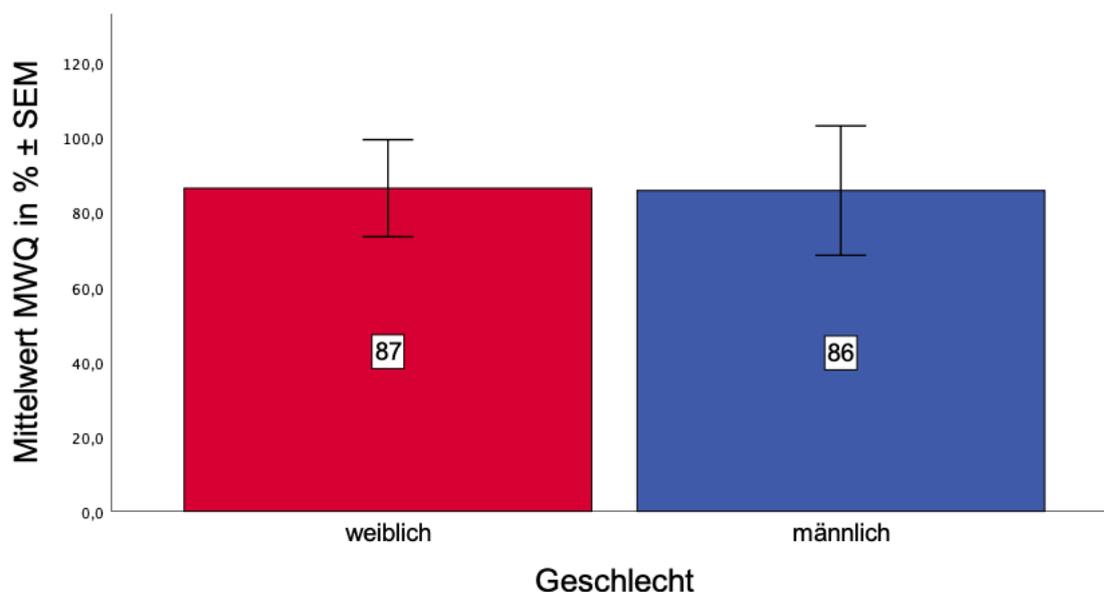
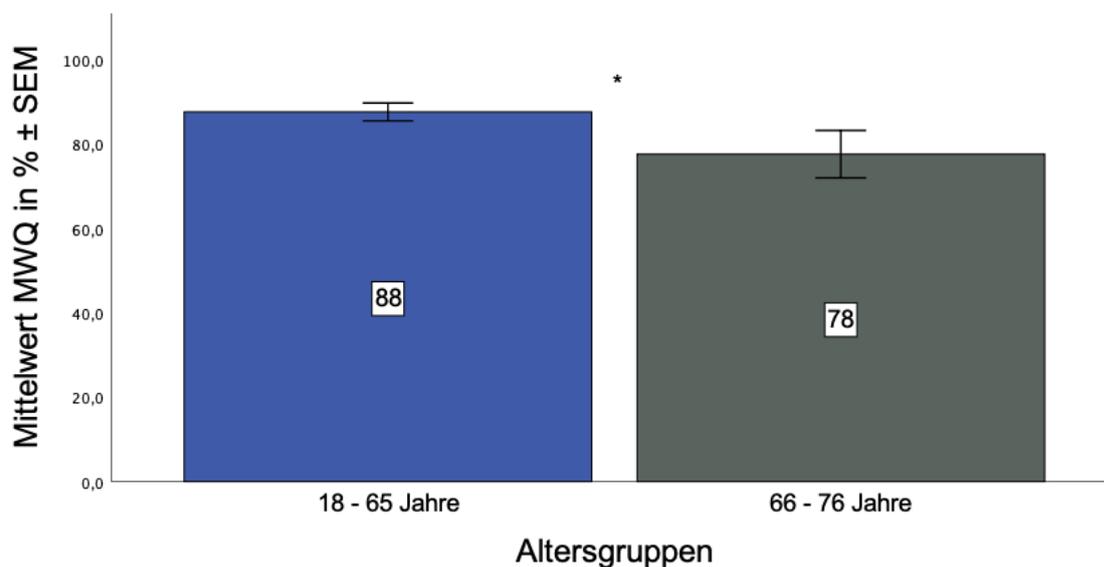


Abbildung 16: MWQ unterteilt nach Geschlecht

5.2.6.2 Vergleich der Altersgruppen

Die Patienten wurden in die zwei Altersgruppen der 18- bis 65-Jährigen und der 66- bis 76-Jährigen unterteilt. Dabei galt das Alter am Unfalltag.

Das funktionelle *Outcome* der Patientengruppe der 18- bis 65-Jährigen ($n = 48$) war mit einem Mittelwert von 88 % (SEM = 2) signifikant besser verglichen mit der Patientengruppe der 66- bis 76-Jährigen ($n = 8$) mit 78 % (SEM = 6) ($p = 0,024$; Mann-Whitney-U-Test); (Abbildung 17).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 17: MWQ unterteilt nach Altersgruppen

5.2.6.3 Vergleich der Altersgruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht

Abbildung 18 gibt eine Übersicht über die Resultate der Patienten, gemessen anhand des MWQ in Prozent, in Abhängigkeit von der jeweiligen Altersgruppe und dem Geschlecht. In der jüngeren Patientengruppe zeigten sich zwischen den männlichen Patienten ($n = 24$; MW \pm SEM: 88 ± 3 %) und den weiblichen Patienten ($n = 24$; MW \pm SEM: 87 ± 3 %) vergleichbare Ergebnisse im MWQ. Es ergab sich somit kein statistisch signifikanter Unterschied ($p = 0,903$; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

Bei Betrachtung der älteren Patientengruppe zeigten sich bei den männlichen Patienten (n = 3; MW \pm SEM: 70 \pm 10 %) scheinbar schlechtere Ergebnisse im MWQ als bei den weiblichen Patienten (n = 5; MW \pm SEM: 82 \pm 7 %). Dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant (p = 0,341; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

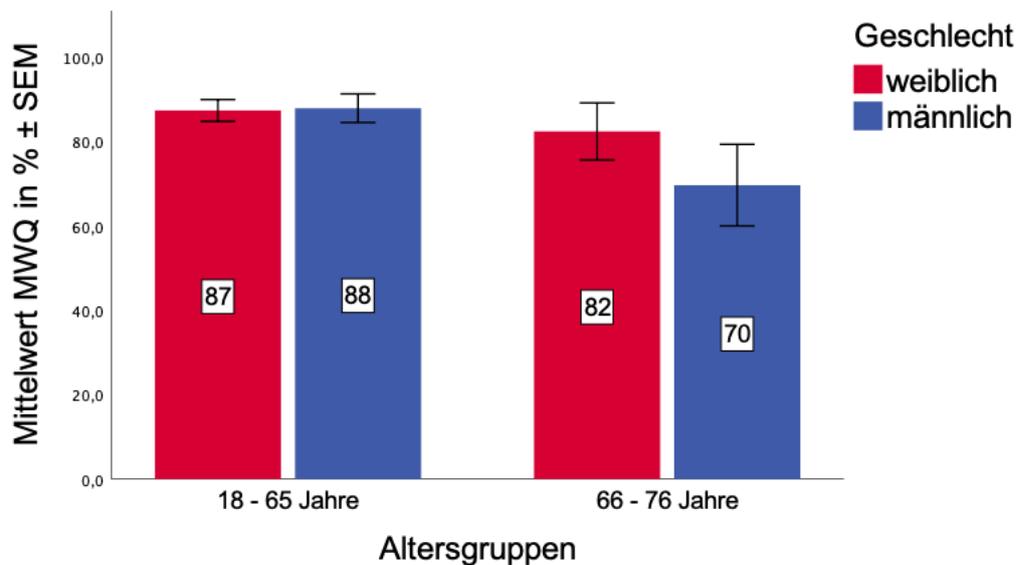


Abbildung 18: MWQ in Prozent unterteilt nach Altersgruppe und Geschlecht

5.2.6.4 Vergleich der Frakturtypen

Typ-A- und Typ-B-Frakturen:

Bei Typ-A-Frakturen (n = 5) zeigte sich ein Mittelwert des MWQ von 81 % (SEM = 10). Bei Typ-B-Frakturen (n = 9) lag der Mittelwert des MWQ bei 94 % (SEM = 2). Es zeigte sich statistisch kein Unterschied in den Resultaten der Patienten beim Vergleich von Typ-A- mit Typ-B-Frakturen (p = 0,246; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

Typ-A- und Typ-C-Frakturen:

Bei Typ-C-Frakturen (n = 42) betrug der Mittelwert des MWQ 85 % (SEM = 2). Es zeigte sich statistisch kein Unterschied in den Resultaten der Patienten beim Vergleich von Typ-A- mit Typ-C-Frakturen ($p = 0,710$; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

Typ-B- und Typ-C-Frakturen:

Es zeigte sich im Vergleich von Typ-B-Frakturen mit Typ-C-Frakturen, dass hinsichtlich der postoperativen Resultate gemessen am MWQ in der Gruppe der Typ-B-Frakturen signifikant bessere Resultate erreicht wurden ($p = 0,009$; t-Test bei unabhängigen Stichproben); (vgl. Abbildung 19).

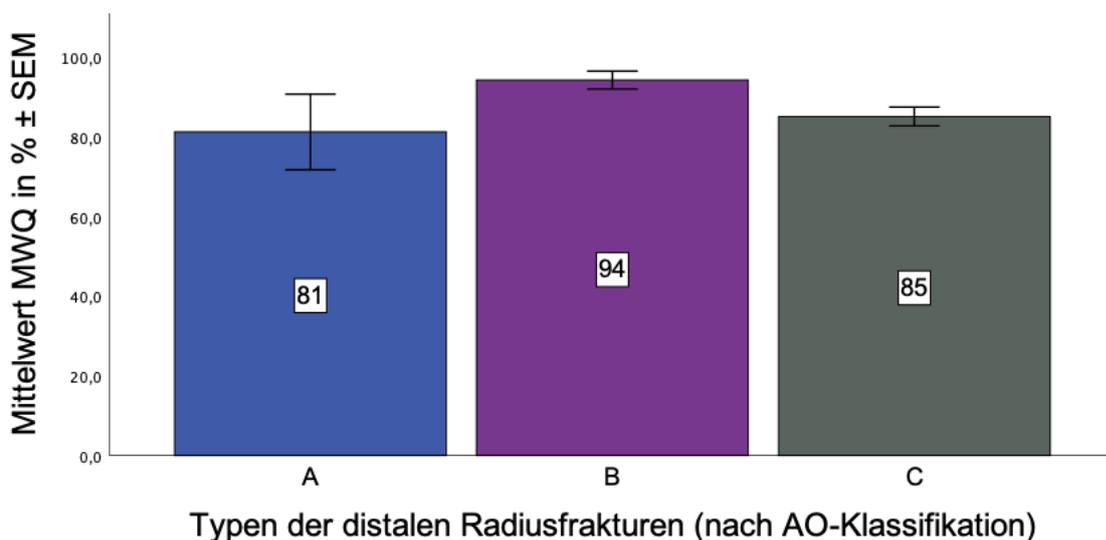
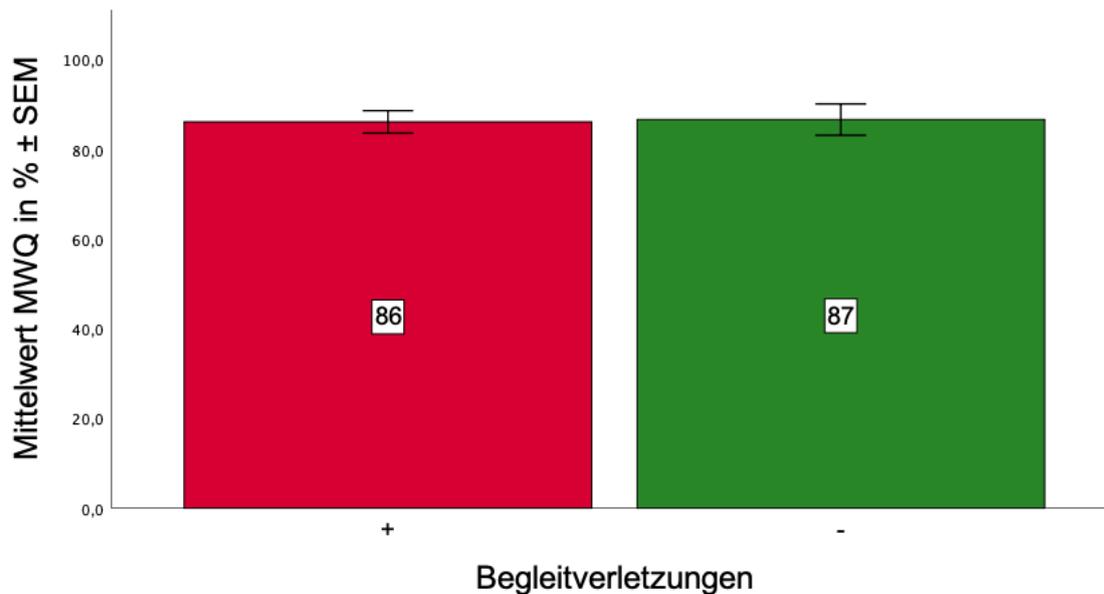


Abbildung 19: MWQ unterteilt nach Frakturtypen

5.2.6.5 Vergleich der Begleitverletzungen

Statistisch zeigte sich kein Unterschied hinsichtlich der postoperativen Funktion beim Vergleich der Patienten mit Begleitverletzung (n = 39; MW ± SEM: 86 ± 2 %) und der Patienten ohne Begleitverletzung (n = 17; MW ± SEM: 87 ± 3 %); ($p = 0,905$; t-Test bei unabhängigen Stichproben); (vgl. Abb. 20).



+ = Vorliegen einer Begleitverletzung
 - = Nicht-Vorliegen einer Begleitverletzung

Abbildung 20: MWQ in Prozent unterteilt nach vorliegenden oder nicht vorliegenden Begleitverletzungen

Isolierte TFCC- und isolierte SL-Band-Läsionen:

Statistisch zeigte sich kein Unterschied beim Vergleich der Patienten mit isoliert vorliegenden TFCC-Läsionen als Begleitverletzung (n = 24; MW ± SEM: 86 ± 3 %) und der Patienten mit isolierten SL-Band-Läsionen als Begleitverletzung (n = 8; MW ± SEM: 85 ± 6 %); (p = 0,865; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

Isolierte TFCC- und kombinierte TFCC-/SL-Band-Läsionen:

Statistisch zeigte sich kein Unterschied beim Vergleich der Patienten mit isoliert vorliegenden TFCC-Läsionen als Begleitverletzung (n = 24; MW ± SEM: 86 ± 3 %) und der Patienten mit kombinierten TFCC- und SL-Band-Läsionen als Begleitverletzung (n = 7; MW ± SEM: 89 ± 5 %); (p = 0,589; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

Isolierte SL-Band- und kombinierte TFCC-/SL-Band-Läsionen:

Im Vergleich der Patienten mit isoliert vorliegenden SL-Band-Läsionen in Kombination zur DRF (n = 8; MW ± SEM: 85 ± 6 %) und der Patienten mit kombinierten TFCC- und

SL-Band-Läsionen (n = 7; MW \pm SEM: 89 \pm 5 %) zeigte sich kein signifikanter Unterschied (p = 0,580; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

5.3 Auswertung Nachuntersuchungen

Im Zeitraum vom 07.03.2016 bis 21.04.2016 konnten 39 Handgelenke, bei denen zusätzlich eine gesunde Gegenseite vorlag, nachuntersucht werden. Die Nachuntersuchungsquote lag somit bei 54 %. Die Nachuntersuchungen erfolgten im Mittel 30 Monate (Range 11 - 50 Monate) nach der primären operativen Versorgung im Klinikum rechts der Isar.

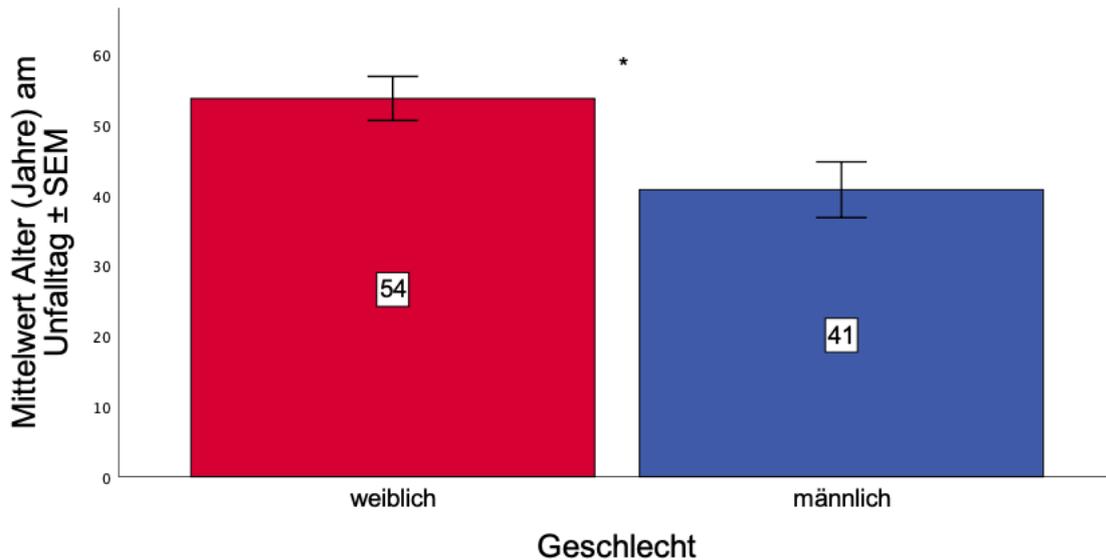
5.3.1 Geschlechterverteilung

59 % der Patienten waren weiblich (n = 23) und 41 % der Patienten waren männlich (n = 16).

5.3.2 Durchschnittliches Alter

Das mittlere Alter am Unfalltag der Patienten (n = 39), die nachuntersucht wurden, betrug 48 Jahre (SEM = 3). Dabei war der jüngste Patient 18 und der älteste 76 Jahre alt.

Die weiblichen Patienten (n = 23) waren mit einem mittleren Alter von 54 Jahren (SEM = 3) signifikant älter als die männlichen Patienten (n = 16) mit einem mittleren Alter von 41 Jahren (SEM = 4); (p = 0,020; Mann-Whitney-U-Test); (Abbildung 21).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 21: Alter am Unfalltag unterteilt nach Geschlecht

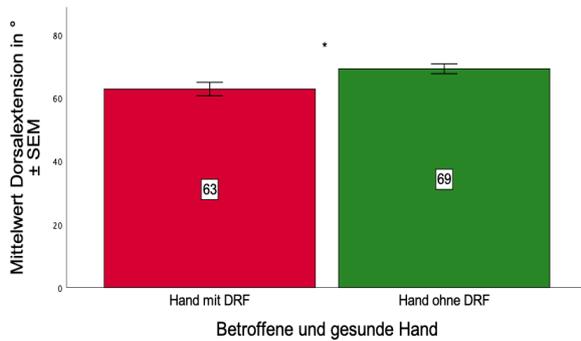
5.3.3 Nachuntersuchungen von Dorsalextension, Palmarflexion, Radialduktion, Ulnarduktion und Kraft

Nachfolgend werden die Resultate bezüglich der Handgelenksbeweglichkeit sowie der Kraft bei Faustschluss im Vergleich zwischen der betroffenen und der gesunden Gegenseite gegenübergestellt. Dies geschieht zuerst für alle nachuntersuchten Patienten und im Folgenden gesondert für die Patienten, bei denen eine isolierte TFCC-Läsion, eine isolierte SL-Band-Läsion, eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion vorlag, sowie bei den Patienten ohne Begleitverletzungen. Unter den nachuntersuchten Patienten mit DRF waren 20 mit einer isolierten TFCC-Läsion, sechs mit einer isolierten SL-Band-Läsion, vier mit einer kombinierten TFCC- und SL-Band-Läsion und neun ohne Begleitverletzungen.

5.3.3.1 Ergebnisse aller nachuntersuchten Patienten

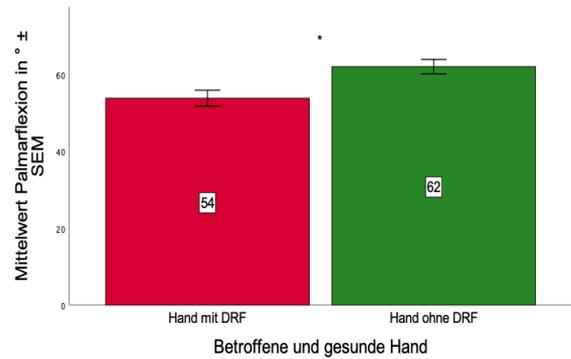
In der klinischen Nachuntersuchung aller Patienten (n = 39) konnte hinsichtlich der Dorsalextension (p = 0,007; Wilcoxon-Test), der Palmarflexion (p = 0,000; Wilcoxon-

Test) und der Kraft ($p = 0,009$; t-Test bei verbundenen Stichproben) jeweils ein signifikanter Unterschied des betroffenen Handgelenkes zur gesunden Gegenseite detektiert werden (vgl. Abbildungen 22, 23 und 24).



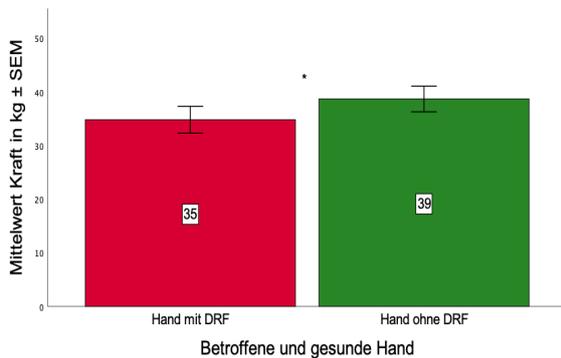
* = Signifikanzsternchen

Abbildung 22: Dorsalextension aller nachuntersuchten Patienten



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 23: Palmarflexion aller nachuntersuchten Patienten



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 24: Kraft aller nachuntersuchten Patienten

Hinsichtlich der Radialduktion ($p = 0,054$; t-Test bei verbundenen Stichproben) und der Ulnarduktion ($p = 0,080$; t-Test bei verbundenen Stichproben) konnte jeweils kein signifikanter Unterschied zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Handgelenk festgestellt werden (vgl. Abbildungen 25 und 26).

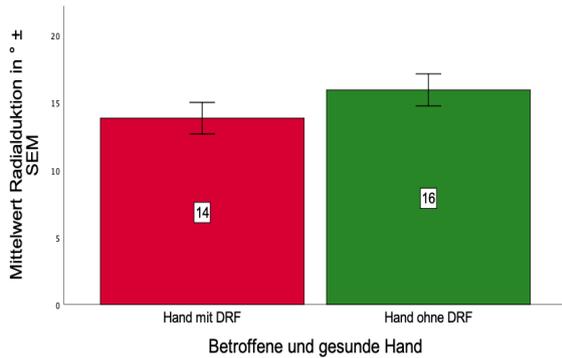


Abbildung 25: Radialduktion aller nachuntersuchten Patienten

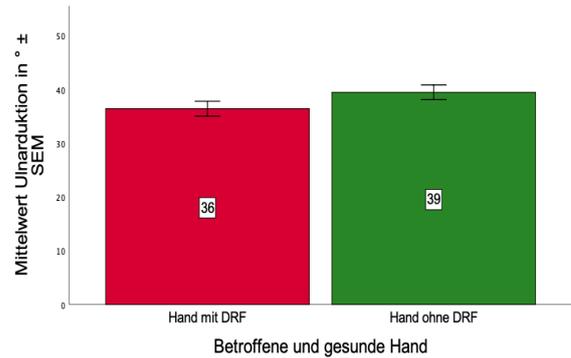
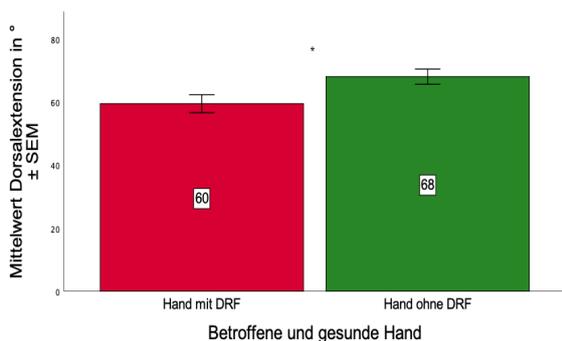


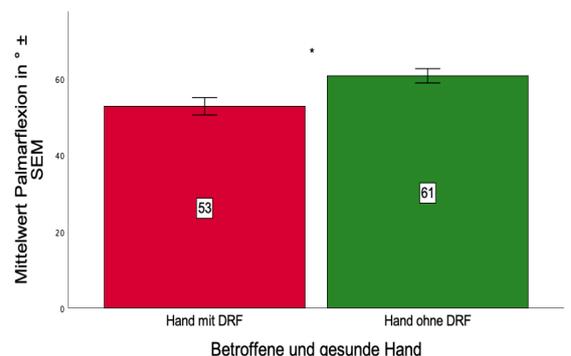
Abbildung 26: Ulnarduktion aller nachuntersuchten Patienten

5.3.3.2 Ergebnisse der Patienten mit isoliert vorliegenden TFCC-Läsionen

Bei den nachuntersuchten 20 Patienten mit distaler Radiusfraktur in Kombination mit einer isolierten TFCC-Läsion bestand bezüglich der Dorsalextension ($p = 0,008$; t-Test bei verbundenen Stichproben) und der Palmarflexion ($p = 0,005$; t-Test bei verbundenen Stichproben) im Seitenvergleich zwischen dem betroffenen Handgelenk und der gesunden Gegenseite jeweils ein signifikanter Unterschied (vgl. Abbildungen 27 und 28).



* = Signifikanzsternchen
Abbildung 27: Dorsalextension der TFCC-Läsionen



* = Signifikanzsternchen
Abbildung 28: Palmarflexion der TFCC-Läsionen

Bei der Radialduktion ($p = 0,564$; t-Test bei verbundenen Stichproben), der Ulnarduktion ($p = 0,613$; t-Test bei verbundenen Stichproben) und dem Kraftgrad bei Faustschluss ($p = 0,126$; t-Test bei verbundenen Stichproben) zeigte sich im Seitenvergleich jeweils kein signifikanter Unterschied (vgl. Abbildungen 29, 30 und 31).

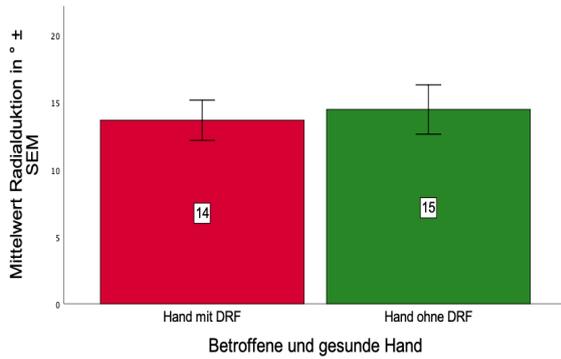


Abbildung 29: Radialduktion der TFCC-Läsionen

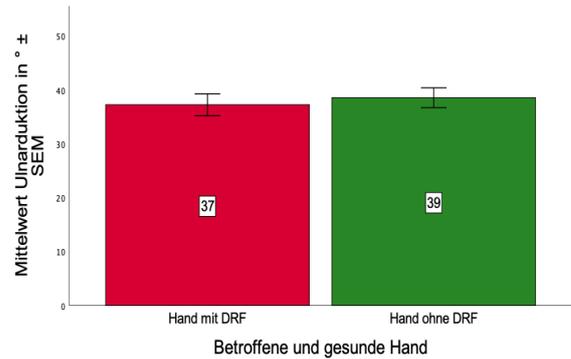


Abbildung 30: Ulnarduktion der TFCC-Läsionen

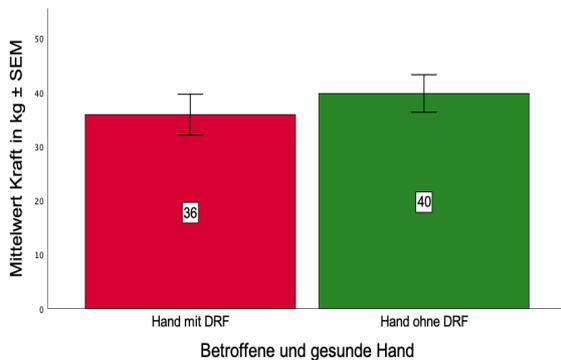
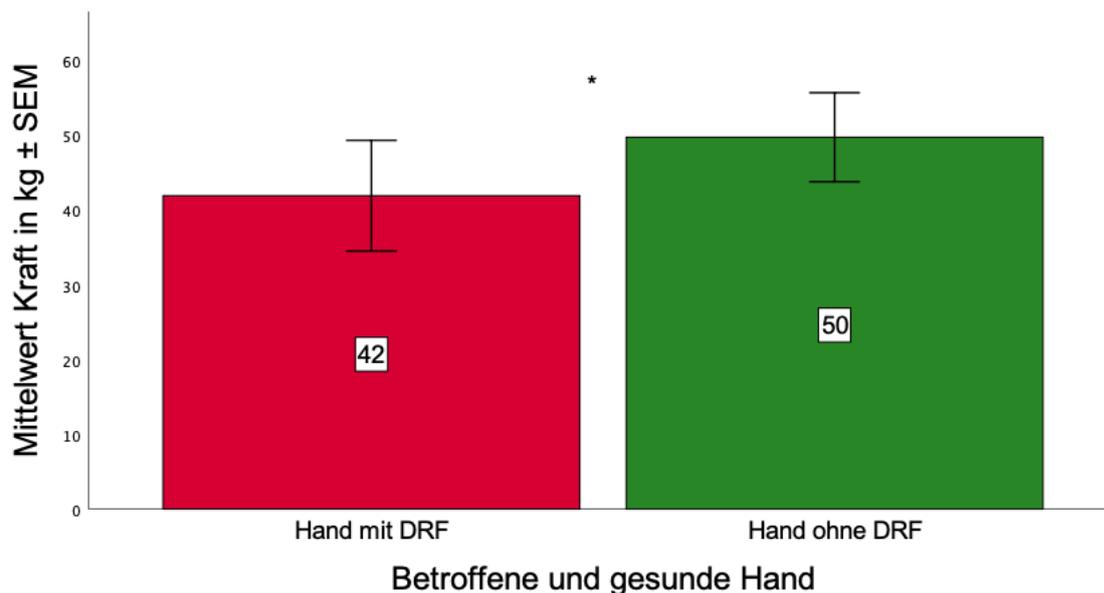


Abbildung 31: Kraft der TFCC-Läsionen

5.3.3.3 Ergebnisse der Patienten mit isoliert vorliegenden SL-Band-Läsionen

Beim gesonderten Vergleich der distalen Radiusfrakturen in Kombination mit einer SL-Band-Läsion ($n = 6$) zeigte sich bezüglich der Kraft bei Faustschluss ein signifikanter Unterschied zwischen den Seiten ($p = 0,047$; t-Test bei verbundenen Stichproben); (vgl. Abbildung 32).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 32: Kraft der SL-Band-Läsionen

Es bestand jedoch keine signifikant verringerte Dorsalextension ($p = 0,283$; t-Test bei verbundenen Stichproben), Palmarflexion ($p = 0,228$; t-Test bei verbundenen Stichproben), Radialduktion ($p = 0,396$; t-Test bei verbundenen Stichproben) und Ulnarduktion ($p = 0,076$; t-Test bei verbundenen Stichproben) im betroffenen Handgelenk (vgl. Abbildungen 33, 34, 35 und 36).

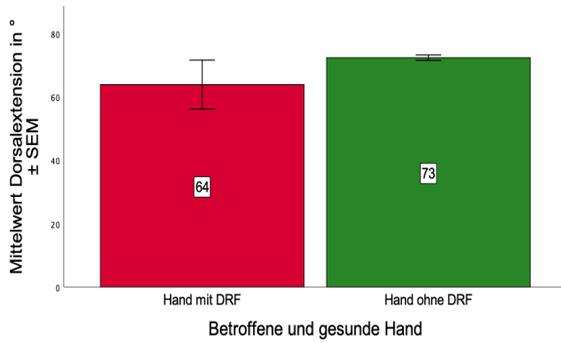


Abbildung 33: Dorsalextension der SL-Band-Läsionen

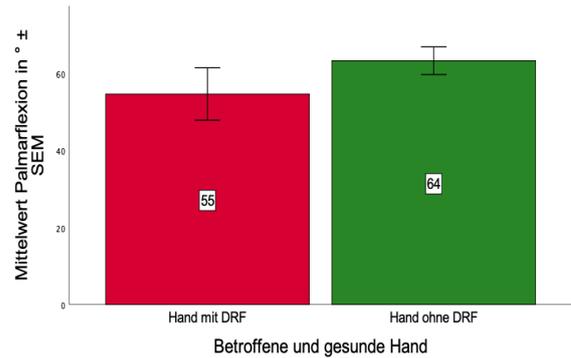


Abbildung 34: Palmarflexion der SL-Band-Läsionen

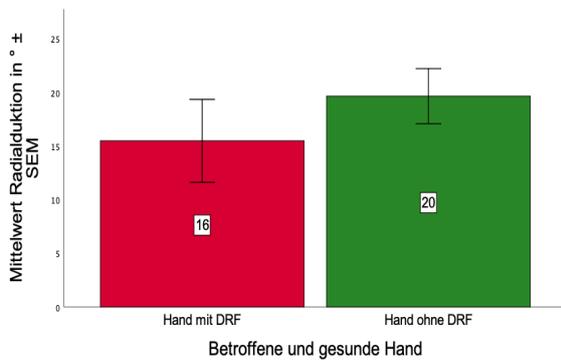


Abbildung 35: Radialduktion der SL-Band-Läsionen

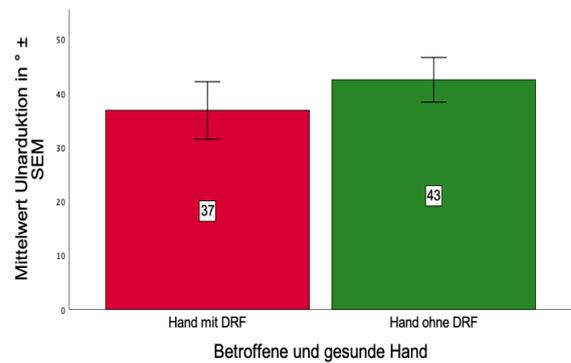


Abbildung 36: Ulnarduktion der SL-Band-Läsionen

5.3.3.4 Ergebnisse der Patienten mit kombinierten TFCC- und SL-Band-Läsionen

Bei den nachuntersuchten vier Patienten mit distaler Radiusfraktur in Kombination mit einer TFCC- und SL-Band-Läsion bestand bezüglich der Dorsalextension ($p = 0,715$; Wilcoxon-Test), der Palmarflexion ($p = 0,309$; t-Test bei verbundenen Stichproben), der Radialduktion ($p = 1,000$; t-Test bei verbundenen Stichproben), der Ulnarduktion ($p = 0,506$; t-Test bei verbundenen Stichproben) und dem Kraftgrad bei Faustschluss ($p = 0,412$; t-Test bei verbundenen Stichproben) im Seitenvergleich jeweils kein signifikanter Unterschied (vgl. Abbildungen 37 – 41).

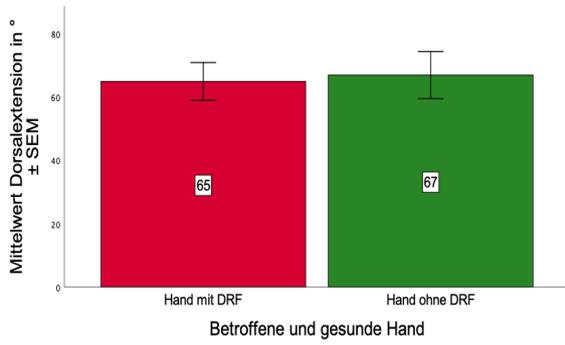


Abbildung 37: Dorsalextension der TFCC- und SL-Band-Läsionen

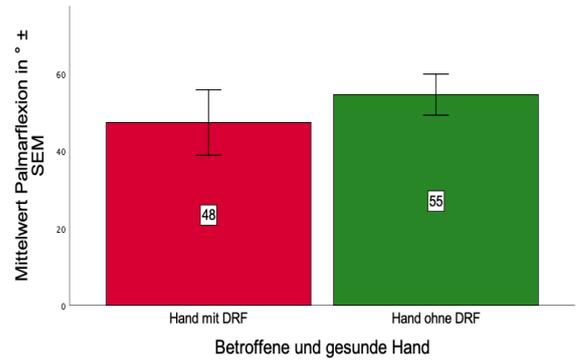


Abbildung 38: Palmarflexion der TFCC- und SL-Band-Läsionen

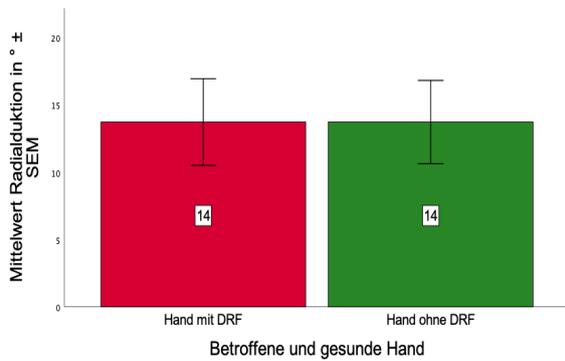


Abbildung 39: Radialduktion der TFCC- und SL-Band-Läsionen

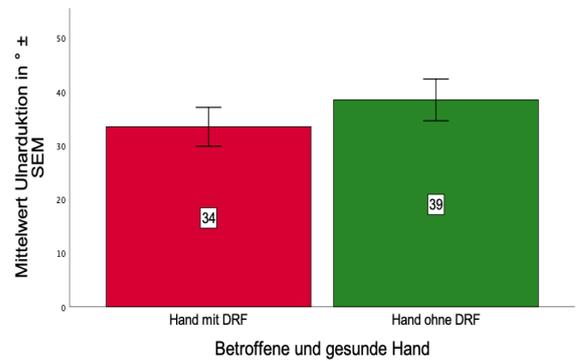


Abbildung 40: Ulnarduktion der TFCC- und SL-Band-Läsionen

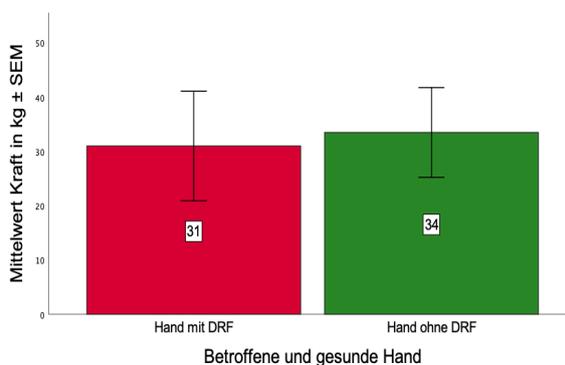
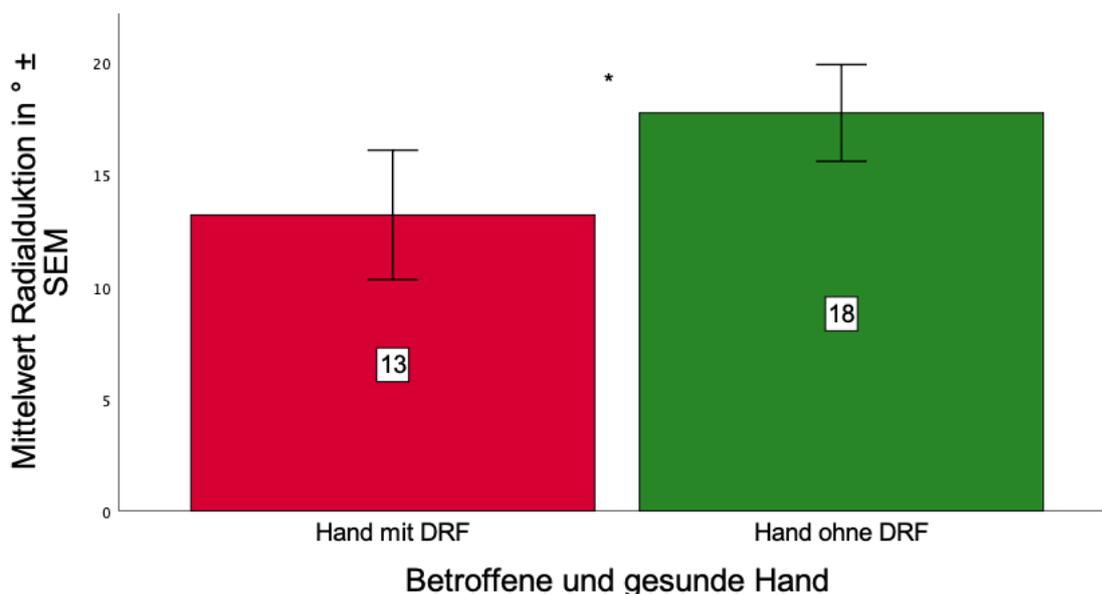


Abbildung 41: Kraftgrad der TFCC- und SL-Band-Läsionen

5.3.3.4 Ergebnisse der Patienten ohne Begleitverletzungen

In der klinischen Nachuntersuchung der Beweglichkeit konnte in der Gruppe der Patienten ohne Begleitverletzungen ($n = 9$) hinsichtlich der Radialduktion ein signifikanter Unterschied zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Handgelenk festgestellt werden ($p = 0,020$; t-Test bei verbundenen Stichproben); (vgl. Abbildung 42).



* = Signifikanzsternchen

Abbildung 42: Radialduktion der Patienten ohne Begleitverletzung

Bezüglich der Dorsalextension ($p = 0,197$; t-Test bei verbundenen Stichproben), der Palmarflexion ($p = 0,050$; Wilcoxon-Test), der Ulnarduktion ($p = 0,273$; t-Test bei verbundenen Stichproben) und dem Kraftgrad bei Faustschluss ($p = 0,275$; t-Test bei verbundenen Stichproben) konnte jeweils kein signifikanter Unterschied im Vergleich zwischen dem betroffenen Handgelenk und der gesunden Gegenseite detektiert werden (vgl. Abbildungen 43, 44, 45 und 46).

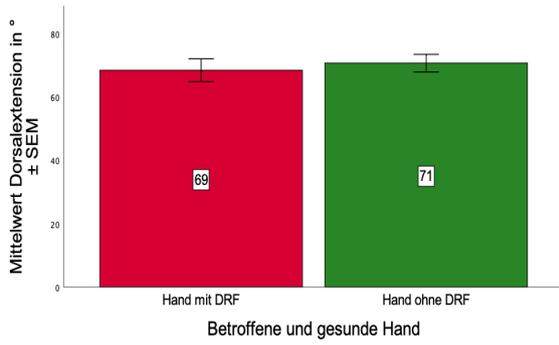


Abbildung 43: Dorsalextension der Patienten ohne Begleitverletzung

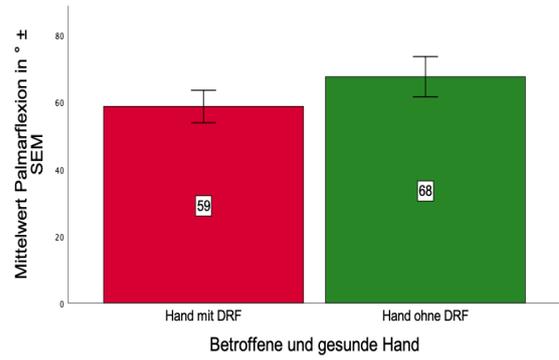


Abbildung 44: Palmarflexion der Patienten ohne Begleitverletzung

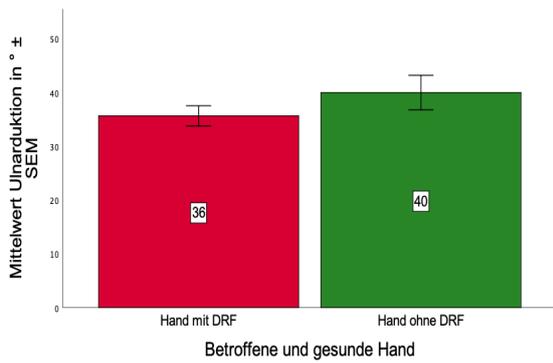


Abbildung 45: Ulnardeviation der Patienten ohne Begleitverletzung

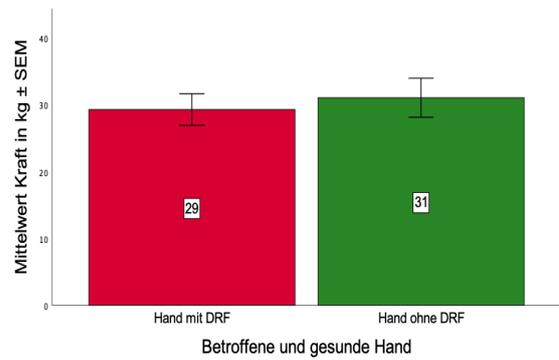


Abbildung 46: Kraft der Patienten ohne Begleitverletzung

5.3.4 Vergleich der Altersgruppen

Im Folgenden werden die beiden Altersgruppen analysiert. Die Gruppe der 18- bis 65-Jährigen bestand aus 33 Patienten, die Gruppe der 66- bis 76-Jährigen aus sechs Patienten.

In der jüngeren Altersgruppe zeigten sich eine mittlere Beweglichkeit des betroffenen Handgelenkes von 91 % (SEM = 3) und ein mittlerer Kraftgrad von 91 % (SEM = 3). In der älteren Patientengruppe zeigten sich eine mittlere Beweglichkeit des betroffenen Handgelenkes von 85 % (SEM = 5) und ein mittlerer Kraftgrad von 86 % (SEM = 18).

Es bestand dabei weder ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen in Bezug auf eine Einschränkung des Bewegungsausmaßes ($p = 0,227$; Mann-Whitney-U-Test) noch beim Kraftgrad ($p = 0,747$; Mann-Whitney-U-Test). Die Ergebnisse sind in Abbildung 47 sowie in Abbildung 48 dargestellt.

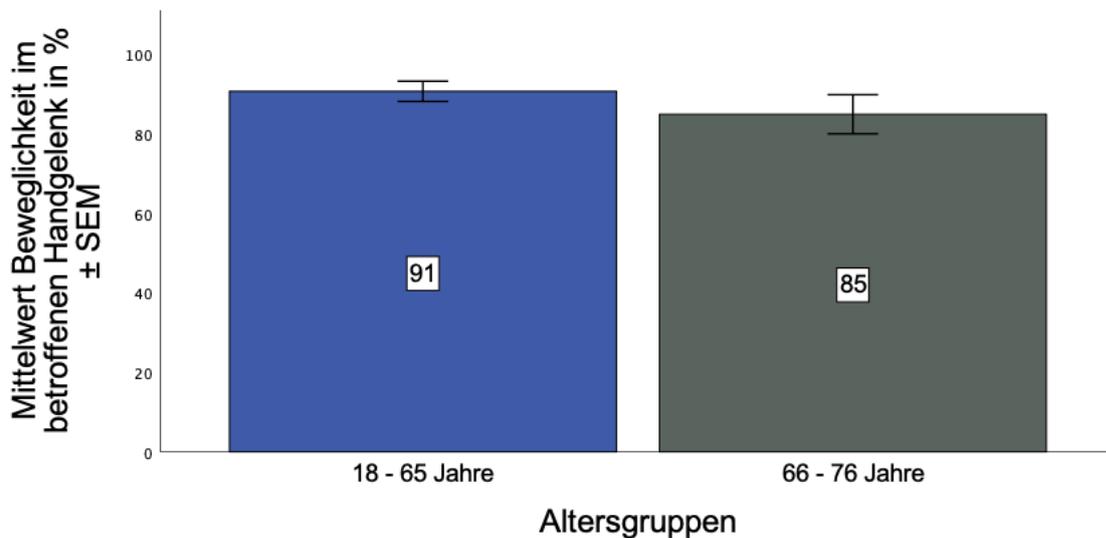


Abbildung 47: Beweglichkeit der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand in Prozent unterteilt nach Altersgruppen

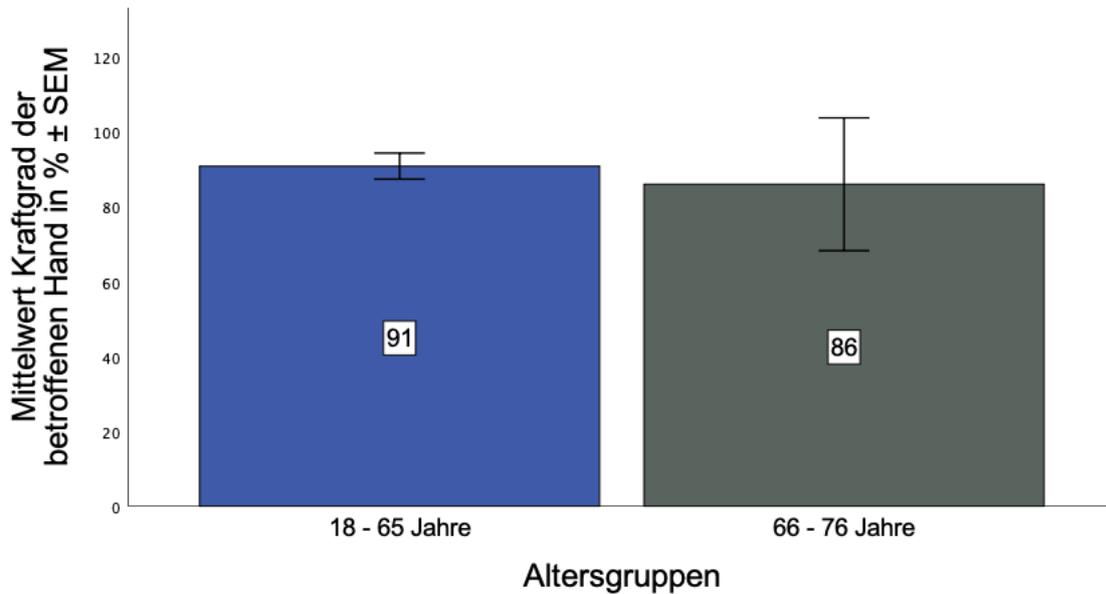
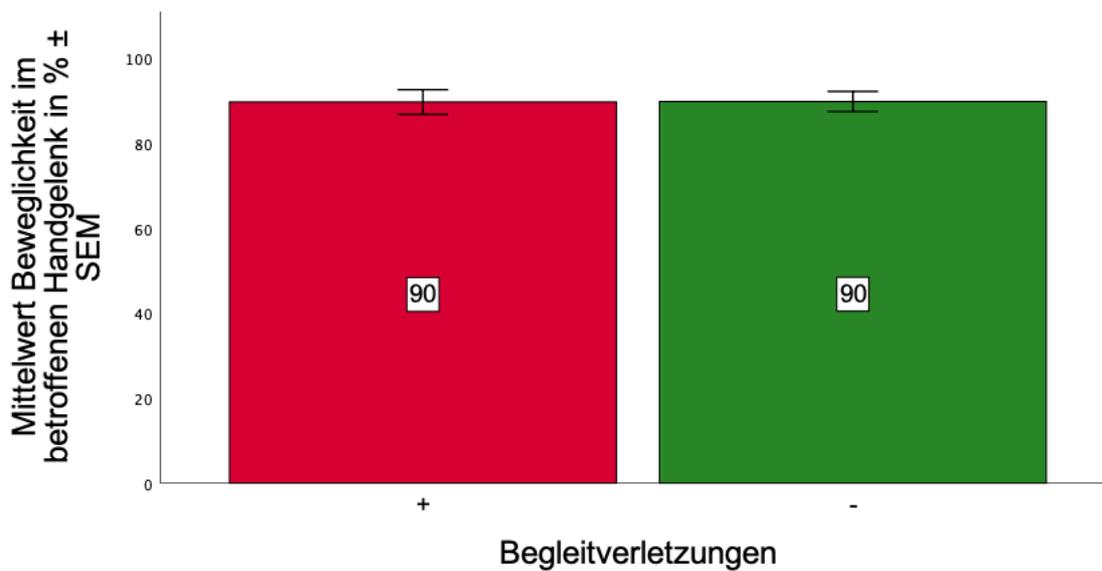


Abbildung 48: Kraftgrad der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand in Prozent unterteilt nach Altersgruppen

5.3.5 Vergleich der Patienten mit und ohne Begleitverletzungen

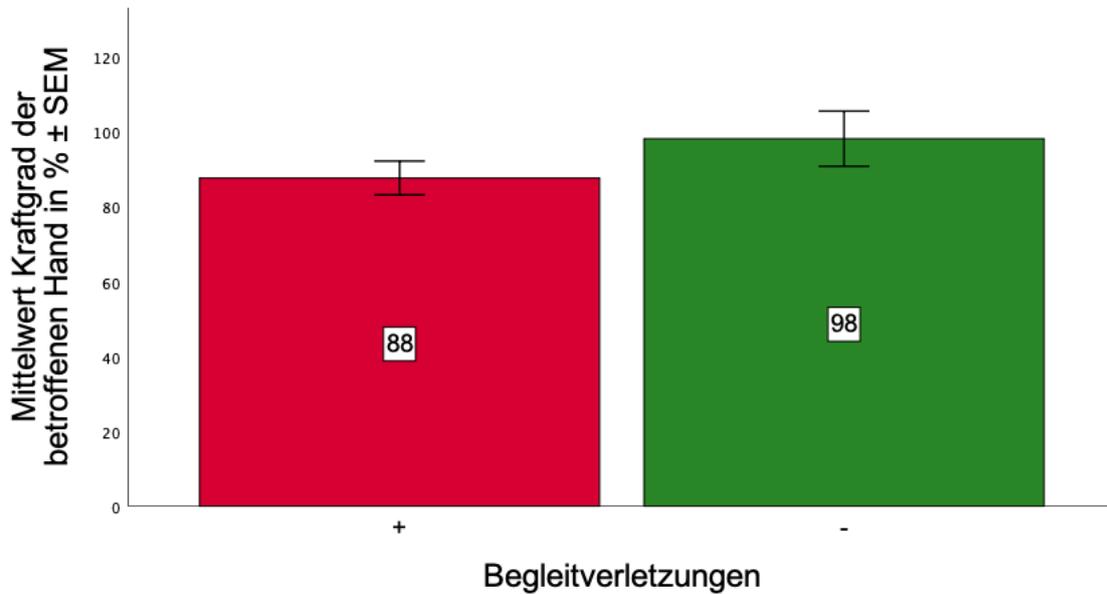
Nachfolgend werden zu den 39 nachuntersuchten Patienten die Resultate der betroffenen Seite und der gesunden Gegenseite hinsichtlich der vorliegenden Begleitverletzungen miteinander verglichen. In Abbildung 49 wird die Beweglichkeit (Dorsalextension, Palmarflexion, Radialduktion, Ulnarduktion) im betroffenen Handgelenk mit dem nicht betroffenen Handgelenk in Prozent für die Patienten mit (n = 30; MW ± SEM: 90 ± 3 %) und ohne Begleitverletzungen (n = 9; MW ± SEM: 90 ± 2 %) verglichen. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Patientengruppen (p = 0,973; t-Test bei unabhängigen Stichproben).



+ = Vorliegen einer Begleitverletzung
 - = Nicht-Vorliegen einer Begleitverletzung

Abbildung 49: Beweglichkeit der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand in Prozent der Patienten mit und ohne Begleitverletzungen

Analog wurde bezüglich des Kraftgrades vorgegangen. Obwohl der Kraftgrad der Patienten mit Begleitverletzungen ($n = 30$; $MW \pm SEM: 88 \pm 5 \%$) im Vergleich zur gesunden Gegenseite ($n = 9$; $MW \pm SEM: 98 \pm 7 \%$) geringer war als bei Patienten ohne Begleitverletzungen, war dies statistisch nicht signifikant ($p = 0,245$; t-Test bei unabhängigen Stichproben); (Abbildung 50).



+ = Vorliegen einer Begleitverletzung
 - = Nicht-Vorliegen einer Begleitverletzung

Abbildung 50: Kraftgrad der betroffenen Hand im Vergleich zur nicht betroffenen Hand der Patienten mit und ohne Begleitverletzungen

Abbildung 51 zeigt eine Übersicht über die Beweglichkeit (Dorsalextension, Palmarflexion, Radialduktion, Ulnarduktion) im betroffenen Handgelenk für die einzelnen Begleitverletzungen.

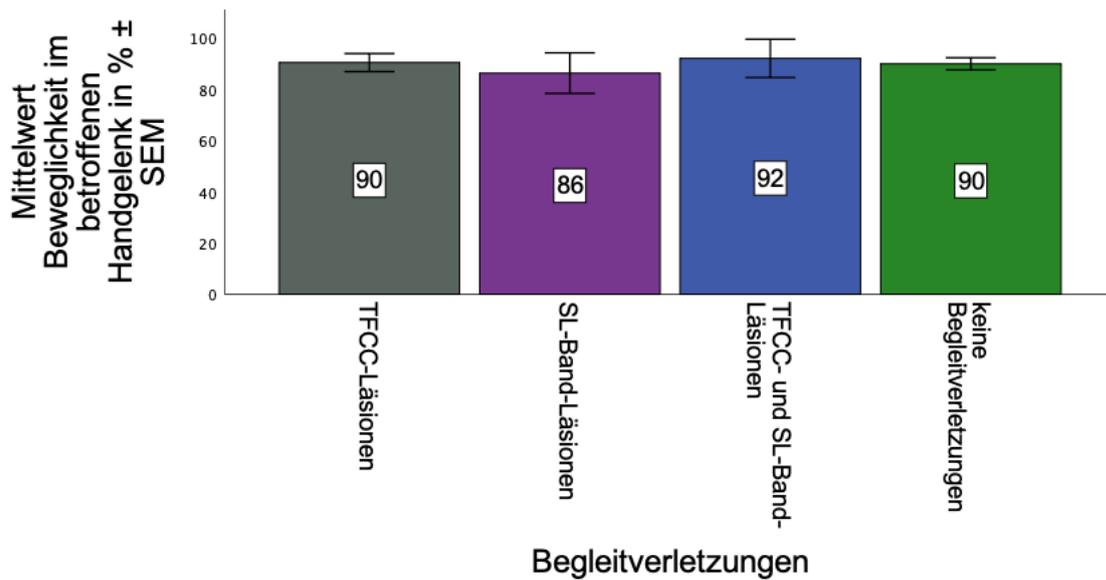


Abbildung 51: Prozentuale Beweglichkeit der betroffenen Hand im Verhältnis zur nicht betroffenen Hand

In der nachfolgenden Abbildung 52 ist analog zu Abbildung 55 der Kraftgrad bei den einzelnen Begleitverletzungen in Prozent dargestellt.

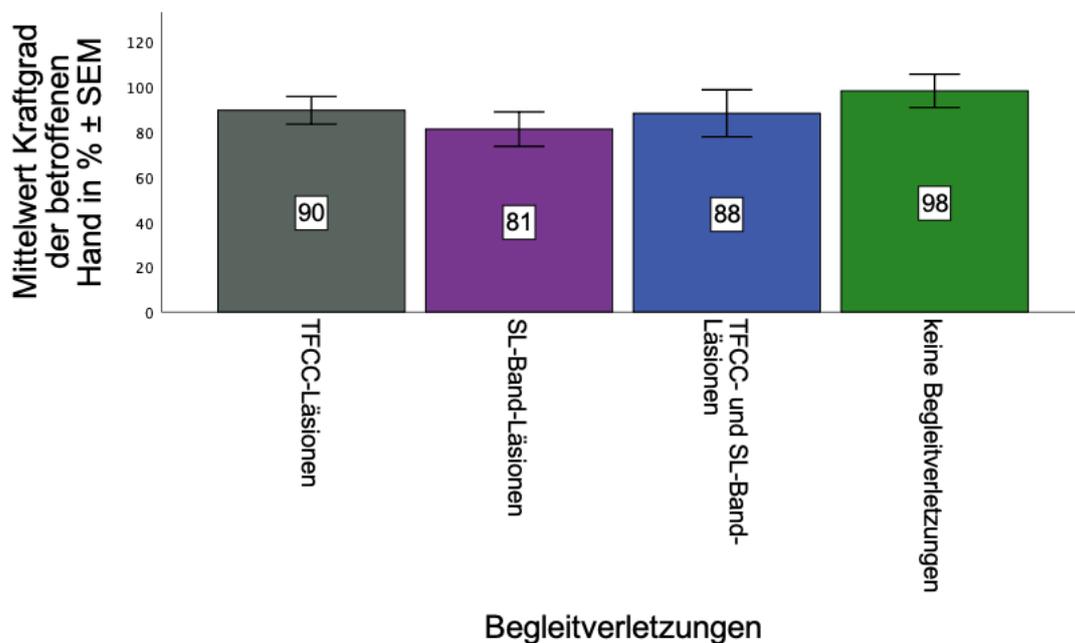


Abbildung 52: Prozentualer Kraftgrad der betroffenen Hand im Verhältnis zur nicht betroffenen Hand

6 DISKUSSION

6.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine retrospektiv durchgeführte klinische Querschnittsstudie. Ein Vorteil der Studie ist, dass alle Arthroscopien durch den gleichen Operateur durchgeführt oder assistiert wurden. Somit kann von einem vergleichbaren Therapiestandard ausgegangen werden. Ein Nachteil der Studie besteht darin, dass nur 72 Handgelenke in die Studie eingeschlossen werden konnten. Somit ergab sich trotz einer hohen Rücklaufquote von 78 % ausgefüllter Fragebögen und 54 % durchgeführter Nachuntersuchungen eine kleine Studienpopulation. Die Studienpopulation verkleinert sich weiter, sobald eine Subgruppenanalyse durchgeführt wird. Verglichen mit der aktuellen Literatur, entspricht unsere Studienpopulation der von anderen Studien. So analysierten beispielsweise Lutz et al. 2016 23 arthroskopisch versorgte distale Radiusfrakturen, von denen 17 nachuntersucht werden konnten. Bei Volkmer et al. wurden 2015 von 25 arthroskopisch versorgten distalen Radiusfrakturen 23 nachuntersucht (Lutz et al., 2016; Volkmer et al., 2015). Kasapinova et al. schlossen 2016 in ihre Studie 85 arthroskopisch versorgte distale Radiusfrakturen ein, die jedoch nicht nachuntersucht wurden (Katerina Kasapinova & Kamiloski, 2016).

An dieser Stelle sei deshalb erwähnt, dass das Nicht-Vorliegen einer statistischen Signifikanz für die untersuchten Variablen auch in der kleinen Studienpopulation begründet sein kann und dies nicht bedeuten muss, dass es keine Korrelation zwischen den nicht signifikanten Variablen gibt (Weiß, 2019). Der Einschluss mehrerer Krankenhäuser könnte eine größere Studienpopulation und somit allgemeingültigere Aussagen liefern.

Als Kontrollgruppe diene bei unserer Studienpopulation einerseits die gesunde Gegenseite und andererseits das Kollektiv ohne Begleitverletzungen. Aus ethischer Sicht war es nicht möglich, eine randomisierte kontrollierte Studie durchzuführen, da es nicht vertretbar wäre, einem Patienten mit Verdacht auf eine Begleitverletzung eine arthroskopische Versorgung vorzuenthalten. Auch andere Studien benutzen die gesunde Gegenseite als Vergleich, wie z. B. die Studie von Hattori et al., die Studie

von Volkmer et al., die Studie von Lutz et al. oder auch die Studie von Wolfe et al. (Hattori et al., 2007; Lutz et al., 2016; Volkmer et al., 2015; Wolfe et al., 1995). In anderen Studien wurden ebenso wie in dieser Studie Patienten mit und ohne Begleitverletzungen miteinander verglichen. So verglichen Gradl et al. Patienten mit und ohne SL-Band-Läsionen (Gradl et al., 2013). Kasapinova et al. verglichen hingegen Patienten mit und ohne TFCC-Läsionen (K. Kasapinova et al., 2020).

Weiterhin wäre es interessant, eine Messwiederholung nach intensiver Physiotherapie oder nach fünf bis zehn Jahren durchzuführen, um zu ermitteln, ob sich im Verlauf der Zeit weitere Veränderungen zeigen. Jedoch muss hier erwähnt werden, dass bereits in dieser Studie eine große interindividuelle Nachuntersuchungsspanne vorliegt. So lagen im Mittel 33 Monate (11 – 193 Monate) zwischen der ersten operativen Versorgung im Klinikum rechts der Isar und dem Ausfüllen des MWQ und im Mittel 30 Monate (11 – 50 Monate) zwischen der ersten operativen Versorgung im Klinikum rechts der Isar und der Nachuntersuchung.

6.2 Gesamtes Patientengut

6.2.1 Geschlecht und Alter

In unserem Patientengut von 72 betroffenen Handgelenken fanden sich Frauen und Männer zu gleichen Anteilen (je 36 Patienten). Unser Studienkollektiv wies ein durchschnittliches Alter von 46 Jahren (SEM = 2) auf. Das mittlere Alter der männlichen Patienten betrug 41 Jahre (SEM = 3) und der Frauen 50 Jahre (SEM = 3). Die weiblichen Patienten waren statistisch signifikant älter als die männlichen ($p = 0,025$; Mann-Whitney-U-Test). Sowohl in der Studie von Court-Brown et al. 1999 als auch in der Studie von McIntyre et al. 2016 wurde, wie in unserer Studie, eine zweipfellige Verteilung der distalen Radiusfraktur beschrieben, bei der sich junge Männer und ältere Frauen häufiger distale Radiusfrakturen zuziehen (Court-Brown & Caesar, 2006; MacIntyre & Dewan, 2016). In der Studie von Court-Brown et al. wurden Frakturen bei Patienten über 50 Jahren als potenziell osteoporotisch betrachtet. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass mehr als doppelt so viele Frauen als Männer von Osteoporose-bedingten Frakturen betroffen waren (Court-Brown & Caesar, 2006).

In der Studie von MacIntyre et al. konnte gezeigt werden, dass in der Patientengruppe der 19- bis 49-Jährigen mehr Männer und in der Patientengruppe der über 50-Jährigen mehr Frauen distale Radiusfrakturen erlitten. Zudem legte diese Studie dar, dass die Ursachen in der jüngeren Patientengruppe zumeist auf Unfälle mit höherer Gewalteinwirkung und in der älteren Patientengruppe häufiger aufgrund von Verletzungen mit geringerer Gewalteinwirkung anzutreffen waren (MacIntyre & Dewan, 2016).

6.2.2 Frakturtypen

In unserer Studienpopulation lag mit 74 % am häufigsten (n = 53) eine Typ-C-Fraktur vor. Dies ist bedingt durch das angewandte Therapiekonzept zum Einsatz der Arthroskopie bei der operativen Versorgung der distalen Radiusfraktur nach Deiler et al. von 2013. Hiernach werden Typ-A-Frakturen nur arthroskopiert, sofern im präoperativen Röntgen ein SL-Spalt größer als 3 mm vorliegt (Deiler et al., 2013). In vergleichbaren Studien wurden oft nur intraartikuläre Frakturen eingeschlossen, wie z. B. in der Studie von Adolfsson et al., der Studie von Chen et al. oder der Studie von Gradl et al. (Adolfsson et al., 1998; Chen et al., 2002; Gradl et al., 2013). In anderen vergleichbaren Studien wurden lediglich Typ-C-Frakturen eingeschlossen, wie z. B. in der Studie von Hattori et al., der Studie von Ruch et al. oder der Studie von Volkmer et al. (Hattori et al., 2007; Ruch et al., 2003; Volkmer et al., 2015). Dies ist dadurch zu begründen, dass bei intraartikulären Frakturen die Wahrscheinlichkeit für eine Begleitverletzung höher ist (Katerina Kasapinova & Kamiloski, 2016; Schneiders et al., 2005).

6.2.3 Begleitverletzungen

Begleitverletzungen traten in unserer Studie bei 67 % der Handgelenke (n = 48) auf. Die häufigste Begleitverletzung war hierbei die isolierte TFCC-Läsion mit 43 % (n = 31). Isolierte SL-Band-Läsionen traten in 13 % der Fälle (n = 9) auf und in 11 % der Fälle lag eine kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsion (n = 8) vor. Die Angaben in der Literatur zu Häufigkeiten von Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen

variieren stark. So lagen bei Geissler et al. (1996) Begleitverletzungen bei 68 % der 60 Patienten vor, die bei intraartikulären distalen Radiusfrakturen arthroskopisch versorgt wurden. Hiervon hatten 26 Patienten TFCC-Läsionen und 19 Patienten SL-Band-Läsionen (Geissler et al., 1996). In einer Studie von Volkmer et al. (2015) wurde bei 23 Patienten mit intraartikulären distalen Radiusfrakturen eine arthroskopische Frakturversorgung durchgeführt. In 70 % der Fälle zeigte sich hierbei eine TFCC-Läsion (n = 19) und in 67 % der Fälle eine SL-Band-Läsion (n = 16) (Volkmer et al., 2015). In einer Studie von 2002 von Pechlaner et al. wurden 63 Leichenpräparate in einer Materialprüfmaschine im Handgelenk bis zum Eintritt einer distalen Radiusfraktur überstreckt und auf das Auftreten von Begleitverletzungen hin untersucht. Hierbei zeigten sich Begleitverletzungen sowohl bei extra- als auch bei intraartikulären Frakturen. In 43 % der Fälle (n = 27) traten TFCC-Läsionen und in 32 % der Fälle (n = 20) SL-Band-Läsionen auf (Sigurd Pechlaner et al., 2002). Die unterschiedlichen Häufigkeitsangaben könnten mit der Indikationsstellung für Arthroskopien zusammenhängen. Wenn die Indikation für eine arthroskopische Frakturversorgung großzügiger gestellt wird, besteht auch weniger die Gefahr, eine Begleitverletzung mit potentiell schwerwiegenden Folgen zu übersehen. In unserem Patientengut wurden auch Patienten mit Typ-A-Frakturen eingeschlossen, sofern ein SL-Spalt über 3 mm im präoperativen Röntgen vorlag. Bei diesen fünf Patienten lag in 20 % der Fälle eine zusätzliche isolierte TFCC-Läsion (n = 1) und in 20 % der Fälle eine isolierte SL-Band-Läsion (n = 1) vor. Insgesamt zeigte sich die Tendenz, dass TFCC-Läsionen häufiger als SL-Band-Läsionen als Begleitverletzungen auftreten.

Isolierte TFCC-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit distalen Radiusfrakturen, die zusätzlich eine TFCC-Läsion (n = 31) als Begleitverletzung erlitten hatten, lag bei 48 Jahren (SEM = 3). Dies sind zwei Jahre mehr als das durchschnittliche Alter des gesamten Studienkollektives und sieben Jahre mehr als das durchschnittliche Alter der Patienten ohne Begleitverletzungen. Mikic et al. stellten in ihrer Kadaverstudie von 1977 an 180 Handgelenken von Feten und bis zu 94 Jahre alten Verstorbenen fest, dass das TFCC in der dritten Lebensdekade beginnt sich degenerativ zu verändern und der Verschleiß mit dem Lebensalter stetig zunimmt. Hierbei war signifikant, dass der Verschleiß meist im dünneren, zentralen und avaskulären Teil des TFCC lokalisiert war (Mikic, 1978).

Aus diesem Grund kann es möglich sein, dass TFCC-Läsionen häufiger im Alter auftreten.

Isolierte SL-Band-Läsionen:

Das mittlere Alter der Patienten mit zusätzlich zur distalen Radiusfraktur vorliegender SL-Band-Läsion (n = 9) lag bei 39 Jahren (SEM = 6). Wright et al. untersuchten 1994 62 Handgelenke von 31 Verstorbenen mit einem durchschnittlichen Alter von 78 Jahren ohne vorangegangene Handgelenkstraumata. Hier wurden bei 29 % der Handgelenke (n = 18) degenerative Veränderungen am SL-Band festgestellt und bei 53 % der Handgelenke degenerative Veränderungen am TFCC (n = 33) (Wright et al., 1994). Somit scheinen SL-Bänder weniger anfällig für degenerative Veränderungen zu sein als das TFCC. Wenn nun davon ausgegangen wird, dass der Knochen im Alter an Substanz abbaut, der Bandapparat aber noch fest ist, erklärt sich, warum der Knochen bei älteren Patienten auch ohne SL-Band-Läsion frakturieren kann.

6.3 Munich Wrist Questionnaire

Allgemeingültig ist, dass die Ziele der Behandlung von distalen Radiusfrakturen darin bestehen, ein schmerzfreies Handgelenk und eine Wiederherstellung der Funktion zu erreichen. Es besteht jedoch keine allgemeingültige Meinung darüber, wie die Resultate nach distalen Radiusfrakturen klinisch beurteilt werden sollen (Dias et al., 2008; Goldhahn et al., 2014; Karnezis et al., 2002; Vargus-Adams et al., 2014). In dieser Studie wurde der Munich Wrist Questionnaire als validierter PROM verwendet. Die Vorteile des MWQ liegen darin, dass er spezifisch für das Handgelenk entwickelt wurde, dass subjektive und objektive Parameter in einem ungefähr gleichen Verhältnis beurteilt werden und dass zur besseren Beurteilung des Bewegungsumfanges des Handgelenkes Bilder enthalten sind. Wenn nun im Folgenden unsere Ergebnisse mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen werden, so muss beachtet werden, dass jede Studie ihren eigenen Fragebogen nutzt. Besonders häufig findet sich der DASH-Score (DASH für Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Im DASH-Score finden sich 30 Fragen bezüglich der Funktion der oberen Extremitäten in alltäglichen Situationen und der Schmerzsituation der Patienten (Health, 2006). Der Quick-DASH-

Score beinhaltet elf Fragen anstelle von 30 Fragen. Dieser Fragebogen und seine Kurzversion beziehen jedoch den gesamten Arm mit ein und sind somit nicht spezifisch für das Handgelenk konzipiert. Somit ist er für die Beurteilung der Resultate nach einer distalen Radiusfraktur nicht optimal geeignet. Ebenso betrachtet die Patient-Rated Wrist Evaluation (PRWE) Schmerzen und Einschränkungen der Patienten im alltäglichen Leben. Weiterhin findet sich in anderen Studien der sogenannte Gartland and Werley Score, der in seiner Bewertung Schmerzen, Bewegungsumfang, Komplikationen und arthritische Veränderungen im Röntgenbild umfasst. Der modifizierte Gartland and Werley Score von Samiento bezieht zusätzlich dazu die Griffstärke mit ein. Ebenso wird der Mayo Wrist Score angewendet. Hier werden Schmerzen und funktionelle Resultate genauso wie Bewegungsumfang und Griffstärke evaluiert (Buchanan et al., 2015). Die Ergebnisse des MWQ korrelieren trotz aller Unterschiede mit den Ergebnissen sowohl des DASH-Scores, des PRWE als auch des Mayo Wrist Scores (Beirer et al., 2016).

6.3.1 Vergleich der Altersgruppen

Das funktionelle *Outcome* der Patientengruppe der 18- bis 65-Jährigen ($n = 48$) war mit einem Mittelwert von 88 % (SEM = 2) signifikant besser, verglichen mit der Patientengruppe der 66- bis 76-Jährigen ($n = 8$) mit 78 % (SEM = 6); ($p = 0,024$; Mann-Whitney-U-Test). In einer Studie von 2007 von Pechlaner et al. zeigten sich ebenfalls bei distalen Radiusfrakturen schlechtere subjektive postoperative Ergebnisse gemessen am DASH-Score in der älteren Patientengruppe. Allerdings wurden in dieser Studie Begleitverletzungen nicht adressiert und keine winkelstabilen Plattenosteosynthesen durchgeführt (S. Pechlaner et al., 2007). Dennoch kann festgehalten werden, dass auch die ältere Patientengruppe gute funktionelle Resultate erzielt hat, auch wenn nicht das Niveau der jüngeren Gruppe erreicht werden konnte.

6.3.2 Begleitverletzungen

Patienten mit ($n = 39$; MW \pm SEM: 86 ± 2 %) und ohne Begleitverletzungen ($n = 17$; MW \pm SEM: 87 ± 3 %) erzielten fast identische Ergebnisse im MWQ ($p = 0,905$; t-Test

bei unabhängigen Stichproben). Dies zeigt, dass die Patienten nach ASK und operativer Adressierung der Begleitverletzungen keinen Nachteil hinsichtlich der funktionellen Resultate hatten. Auch im Vergleich der Begleitverletzungen untereinander zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede im funktionellen *Outcome*.

Andere Studien zu arthroskopisch versorgten distalen Radiusfrakturen kamen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass gute Resultate erreicht werden können, auch für den Fall, dass zusätzliche Verletzungen vorlagen und operativ adressiert wurden. So konnten Adolfsson et al. (1998) an 27 Patienten mit intraartikulären Radiusfrakturen zeigen, dass diese nach arthroskopischer Versorgung und Adressierung der vorliegenden Begleitverletzungen gute Ergebnisse, gemessen am Mayo Modified Wrist Score, aufwiesen. Die vorliegenden Begleitverletzungen waren hierbei in 7 % der Fälle (n = 2) Skaphoidfrakturen, bei weiteren 7 % SL-Band-Läsionen und in 30 % der Fälle (n = 8) TFCC-Läsionen (Adolfsson & Jorgsholm, 1998). In einer weiteren Studie von Chen et al. zeigten sich an 20 Handgelenken von 18 Patienten ebenfalls gute Resultate, gemessen am Mayo Modified Wrist Score, bei arthroskopisch versorgten intraartikulären Radiusfrakturen, die die vorhandenen Begleitverletzungen mitbehandelten. Als Begleitverletzungen zeigten sich hier in 30 % der Fälle (n = 6) SL-Band-Läsionen, in 10 % der Fälle (n = 2) TFCC-Läsionen, in 10 % der Fälle (n = 2) Abrissfrakturen des Processus styloideus ulnae und in 10 % der Fälle (n = 2) eine initial bestehende Schädigung des N. ulnaris (Chen et al., 2002).

Trotz teilweise erheblicher Unterschiede im Studiendesign, unterstreichen diese Ergebnisse die Wichtigkeit der Diagnose und Therapie von vorliegenden Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen und folglich den Nutzen der arthroskopisch-assistierten Frakturversorgung.

6.4 Nachuntersuchungen

6.4.1 Vergleich der Altersgruppen

Auch wenn das funktionelle *Outcome* der Patientengruppe der 18- bis 65-Jährigen signifikant besser war, verglichen mit der Patientengruppe der 66- bis 76-Jährigen,

bestand kein Unterschied zwischen den beiden Altersgruppen in Bezug auf die Handgelenksbeweglichkeit ($p = 0,227$; Mann-Whitney-U-Test) und den Kraftgrad ($p = 0,747$; Mann-Whitney-U-Test). Die ältere Patientengruppe bewertet sich im MWQ schlechter als die jüngere Patientengruppe, obwohl es keinen klaren Unterschied bei den rein objektiven Messergebnissen gibt. Dies könnte darauf hindeuten, dass ältere Patienten auch geringe Defizite nicht mehr ausreichend kompensieren können und diese somit als funktionelle Einschränkung wahrnehmen. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der optimalen Versorgung der Begleitverletzungen auch von älteren Patienten, sodass diese weiterhin ihre Hand im Alltag adäquat benutzen können. Laut der Studie von MacIntyre et al. hatten ältere Frauen mit einer guten neuromuskulären Kontrolle und schnellerer Laufgeschwindigkeit ein höheres Risiko eine distale Radiusfraktur zu erleiden als Patientinnen, welche nicht rechtzeitig einen Sturz mit der Hand abfangen konnten (MacIntyre & Dewan, 2016). Womöglich stellt gerade diese Gruppe an fitteren älteren Patienten noch größere Erwartungen an ein funktionierendes Handgelenk und es fällt dieser Patientengruppe besonders schwer Schmerzen oder Schwierigkeiten im Alltag hinzunehmen. Auch dies unterstreicht die Wichtigkeit einer optimalen Versorgung einer distalen Radiusfraktur auch bei älteren Patienten. Leider gibt es keine Vergleichsstudien, welche das Outcome von jüngeren und älteren Patienten mit distalen Radiusfrakturen untereinander vergleichen.

Es gibt außer dieser Studie keine Studien, die das *Outcome* nach arthroskopisch versorgten distalen Radiusfrakturen speziell für ältere Patienten betrachten. Es existieren jedoch *Outcome*-Studien über distale Radiusfrakturen bei älteren Patienten, welche die Wichtigkeit der optimalen Versorgung bei älteren Patienten unterstreichen. So wurden z. B. in der ORCHID-Studie von Bartl et al. (2014) 149 Patienten ab 65 Jahren mit Typ-C-Frakturen des distalen Radius randomisiert entweder einer konservativen oder einer operativen Therapie mittels volarer Plattenosteosynthese zugeordnet. Nach einem Jahr wurden diese Patienten anhand des DASH-Scores, einer radiologischen Untersuchung sowie einer Messung der Handgelenksbeweglichkeit nachuntersucht. Hier zeigten sich tendenziell, aber nicht statistisch signifikant Vorteile der operativen Versorgung hinsichtlich der Beweglichkeit und der Einschätzung von Funktion und Lebensqualität (Bartl et al., 2014).

Da die Studie von Bartl et al. von 2014 die volare Plattenosteosynthese gegenüber der konservativen Therapie tendenziell favorisiert und Marchewka et al. 2019 zeigen

konnten, wie wichtig ein funktionierendes Handgelenk für ältere Patienten im Hinblick auf die Lebensdauer ist, kann daraus geschlossen werden, dass auch ältere Patienten von einer maximalen, also arthroskopischen Versorgung, wahrscheinlich profitieren werden (Bartl et al., 2014; Marchewka et al., 2019).

Ein Problem bei der Untersuchung verschiedener Altersgruppen ist, dass sich das tatsächliche und das biologische Alter sehr stark unterscheiden können. Zudem war in unserer Studie der älteste Patient lediglich 76 Jahre alt und alle Patienten waren sowohl vor als auch nach der distalen Radiusfraktur uneingeschränkt aktiv.

6.4.2 Begleitverletzungen

In unserer Studie zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit und ohne Begleitläsionen, weder bezüglich der Beweglichkeit im Handgelenk ($p = 0,973$; t-Test bei unabhängigen Stichproben) noch bezüglich der Griffstärke ($p = 0,245$; t-Test bei unabhängigen Stichproben). Andere Studien erbrachten ebenfalls gute Resultate sofern bei einer arthroskopisch versorgten distalen Radiusfraktur die vorliegenden Begleitverletzungen auch adressiert wurden. So konnten Volkmer et al. (2015) anhand einer Nachuntersuchung von 23 Patienten, die bei Vorliegen einer distalen Radiusfraktur vom Typ C nach AO-Klassifikation arthroskopisch behandelt und bei denen die dabei detektierten vorliegenden Begleitverletzungen mitversorgt wurden, gute Ergebnisse nachweisen. Hier zeigten sich in 70 % der Fälle TFCC-Läsionen und in 69 % der Fälle SL-Band-Läsionen. Zur Nachuntersuchung wurden fünf verschiedene Fragebögen verwendet, unter anderem der DASH-Score, der Mayo Wrist Score und der Gartland and Werley Score, zudem wurden die Beweglichkeit im Handgelenk und die Griffstärke gemessen (Volkmer et al., 2015).

Isolierte TFCC-Läsionen:

Bei den nachuntersuchten 20 Patienten mit distaler Radiusfraktur in Kombination mit einer isolierten TFCC-Läsion bestand bezüglich der Dorsalextension im Seitenvergleich zwischen dem betroffenen Handgelenk und der gesunden Gegenseite ein signifikanter Unterschied ($p = 0,008$; t-Test bei verbundenen Stichproben). Für die

Palmarflexion zeigte sich im Seitenvergleich der betroffenen und der gesunden Seite ebenfalls ein signifikanter Unterschied ($p = 0,005$; t-Test bei verbundenen Stichproben). Hinsichtlich der Kraftgrade bei Faustschluss beider Handgelenke bestand kein signifikanter Unterschied ($p = 0,126$; t-Test bei verbundenen Stichproben).

Ruch et al. untersuchten 2003 13 Patienten mit distalen Radiusfrakturen vom Typ C mit vorliegender TFCC-Begleittläsion nach, die arthroskopisch versorgt wurden. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, dass arthroskopisch versorgte TFCC-Läsionen bei distalen Radiusfrakturen eine hohe Patientenzufriedenheit und gute klinische Ergebnisse aufweisen, gemessen am Gartland and Werley Grading System, am DASH-Score sowie am Bewegungsumfang des Handgelenkes und am Kraftgrad bei Faustschluss (Ruch et al., 2003).

Kasapinova et al. untersuchten 2020 70 Patienten mit extra- und intraartikulären distalen Radiusfrakturen arthroskopisch auf TFCC-Läsionen. In 64 % der Fälle ($n = 45$) lagen zusätzlich zur distalen Radiusfraktur TFCC-Läsionen vor. Diese wurden nicht versorgt. Es zeigten sich, gemessen an der Patient-Rated Wrist Evaluation sowie am DASH-Score, signifikant schlechtere Werte bei Patienten mit TFCC-Läsionen im Vergleich zu Patienten ohne TFCC-Läsionen. Die ebenfalls untersuchte Griffstärke war lediglich nach drei Monaten, nicht mehr jedoch zwölf Monate nach Frakturversorgung signifikant vermindert (K. Kasapinova & Kamiloski, 2020). Dies unterstreicht erneut die Wichtigkeit der Detektion und der Therapie von TFCC-Läsionen, um schlechte Resultate zu vermeiden.

Isolierte SL-Band-Läsionen:

Bezüglich der Beweglichkeit im Handgelenk zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Vergleich zur gesunden Gegenseite. Hinsichtlich der Kraft bei Faustschluss lag jedoch eine signifikante Kraftminderung der betroffenen Seite im Vergleich mit der gesunden Gegenseite vor ($p = 0,047$; t-Test bei verbundenen Stichproben).

In einer Studie am Klinikum in Bad Neustadt an der Saale, die 18 Patienten mit distaler Radiusfraktur und SL-Band-Läsionen mit 20 Patienten verglich, die lediglich eine distale Radiusfraktur erlitten hatten, ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Handgelenksbeweglichkeit, der Griffstärke, postoperativ

persistierenden Schmerzen und der funktionellen Resultate, gemessen am Mayo Wrist Score sowie am Quick-DASH-Score (Gradl et al., 2013). In dieser Studie wurde das Vorliegen einer SL-Band-Verletzung jedoch nicht mit einer Arthroskopie detektiert, sondern mit einer präoperativ durchgeführten CT-Arthrografie. Nur bei Hinweisen auf eine SL-Band-Läsion erfolgte eine Arthroskopie. Hier könnten möglicherweise SL-Band-Läsionen nicht entdeckt worden sein, da die Handgelenksarthroskopie den Goldstandard zur Diagnostik von SL-Band-Läsionen darstellt. Unabhängig davon, ob Patienten postoperativ eine signifikante Kraftminderung aufweisen oder nicht, kann das Nicht-Erkennen von SL-Band-Läsionen fatale Folgen für das gesamte Handgelenk haben. Bei Übersehen einer traumatischen SL-Band-Läsion führt dies im Verlauf zu arthrotischen Veränderungen im Handgelenk (Prommersberger et al., 2014; Watson et al., 1984). Um dies zu vermeiden, ist eine arthroskopische Versorgung mit Detektion und Therapie potentiell vorliegender SL-Band-Läsionen bei distalen Radiusfrakturen von größter Bedeutung.

7 FAZIT

1. Es konnte gezeigt werden, dass distale Radiusfrakturen nicht als rein knöcherner Verletzung anzusehen sind. Insbesondere bei Typ-B- und -C-Frakturen, also den intraartikulären Frakturen, sollte das Vorliegen von Begleitverletzungen wie z. B. TFCC- und SL-Band-Läsionen in Betracht gezogen werden.
2. Die Ergebnisse des MWQ zeigen, dass Patienten mit therapierter Begleitverletzung genauso gute Ergebnisse haben wie Patienten ohne Begleitverletzungen.
3. In den klinischen Nachuntersuchungen konnte jedoch gezeigt werden, dass sich bei Vorliegen einer TFCC-Verletzung signifikant häufiger Bewegungseinschränkungen bei der Dorsalextension und der Palmarflexion im Handgelenk einstellen.
4. Ebenso wurde in den Nachuntersuchungen deutlich, dass es bei Vorliegen von SL-Band-Läsionen zu einem signifikanten Kraftverlust bei Faustschluss kam.
5. Daraus ergibt sich, dass die Patientenzufriedenheit nach MWQ nicht vom letztendlich wiedererlangten Bewegungsumfang oder Kraftgrad bei Faustschluss abhängig ist. Die meisten Patienten scheinen ihre Einschränkungen im Bewegungsumfang sowie im Kraftgrad bei Faustschluss somit kompensiert oder akzeptiert zu haben.

Es lässt sich zusammenfassen, dass die distale Radiusfraktur in 69 % der Fälle bei intraartikulären Frakturen eine oder mehrere Begleitverletzungen aufweist. Werden diese aber detektiert und arthroskopisch therapiert, so sind die funktionellen Ergebnisse mit denen von Patienten ohne Begleitverletzungen zu vergleichen. Aufgrund dessen ist die Indikation zur begleitenden Arthroskopie bei solchen Frakturen immer in Erwägung zu ziehen.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Die Fragestellungen der Arbeit konnten wie folgt beantwortet werden:

1. Bei welchen Frakturtypen kam es zu Begleitverletzungen?

Antwort: In unserer Studie zeigten sich bei der Betrachtung des gesamten Patientengutes bei Typ-C-Frakturen in 72 % der Fälle ($n = 38$) Begleitverletzungen zur distalen Radiusfraktur. Dies war bei Typ-C-Frakturen häufiger der Fall als bei Typ-B-Frakturen, die in 57 % der Fälle ($n = 8$) Begleitverletzungen aufwiesen, und bei Typ-A-Frakturen, die in 40 % der Fälle ($n = 2$) Begleitverletzungen aufwiesen.

2. Welche Begleitverletzungen traten auf?

Antwort: In 67 % der Fälle ($n = 48$) traten Begleitverletzungen auf. In 43 % der Fälle ($n = 31$) handelte es sich um isoliert vorliegende TFCC-Läsionen, in 13 % der Fälle ($n = 9$) um isoliert vorliegende SL-Band-Läsionen und in 11 % der Fälle ($n = 8$) um kombinierte TFCC- und SL-Band-Läsionen.

Bei der Betrachtung aller Frakturtypen und der vorliegenden Begleitverletzungen aller 72 Handgelenke fiel auf, dass es bei Frakturen des Typs B1 statistisch signifikant häufiger zu SL-Band-Läsionen kam als bei anderen Frakturtypen ($p = 0,002$; Exakter Test nach Fisher).

3. Unterschied sich das funktionelle Ergebnis in Abhängigkeit vom Alter der Patienten?

Antwort: Bei der Unterteilung in zwei Altersgruppen ergab sich ein signifikant besseres postoperatives *Outcome* (nach arthroskopischer Frakturversorgung) im MWQ in der Gruppe der 18- bis 65-Jährigen ($n = 48$; $MW \pm SEM: 88 \pm 7 \%$) als in der Gruppe der 66- bis 76-Jährigen ($n = 8$; $MW \pm SEM: 78 \pm 7 \%$).

4. Hatten Patienten mit distaler Radiusfraktur und Begleitverletzung ein anderes funktionelles Ergebnis im MWQ als Patienten ohne Begleitverletzung?

Antwort: Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied, gemessen anhand des MWQ, zwischen den Patienten mit ($n = 39$; $MW \pm SEM: 86 \pm 2 \%$) und den Patienten ohne vorliegende Begleitverletzungen ($n = 17$; $MW \pm SEM: 87 \pm 3 \%$);

($p = 0,905$; t-Test bei unabhängigen Stichproben) nach arthroskopischer Frakturversorgung.

5. War die Art der Begleitverletzung ausschlaggebend für das funktionelle Ergebnis?

Antwort: Es zeigte sich im Vergleich der vorliegenden Begleitverletzungen untereinander jeweils kein signifikanter Unterschied im *Outcome*, gemessen anhand des MWQ.

6. Unterschied sich das Ergebnis der Nachuntersuchung

a) in Abhängigkeit vom Alter der Patienten?

b) in Abhängigkeit vom Vorliegen oder Nicht-Vorliegen einer Begleitverletzung?

Antwort:

Ad a) Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den 18- bis 65-Jährigen und den über 65-Jährigen in Bezug auf eine Einschränkung des Bewegungsausmaßes ($p = 0,227$; Mann-Whitney-U-Test) oder den Kraftgrad ($p = 0,747$; Mann-Whitney-U-Test).

Ad b) Es zeigte sich weder ein signifikanter Unterschied in der Handgelenksbeweglichkeit zwischen den Patienten mit und den Patienten ohne Begleitläsionen ($p = 0,973$; t-Test bei unabhängigen Stichproben) noch im Kraftgrad bei Faustschluss ($p = 0,245$; t-Test bei unabhängigen Stichproben).

9 LITERATURVERZEICHNIS

- Abe, Y., Moriya, A., Tominaga, Y., & Yoshida, K. (2016). Dorsal Tear of Triangular Fibrocartilage Complex: Clinical Features and Treatment. *J Wrist Surg*, 5(1), 42-46. doi:10.1055/s-0035-1570037
- Adolfsson, L., & Jorgsholm, P. (1998). Arthroscopically-assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg Br*, 23(3), 391-395.
- Andersson, J. K., Andernord, D., Karlsson, J., & Friden, J. (2015). Efficacy of Magnetic Resonance Imaging and Clinical Tests in Diagnostics of Wrist Ligament Injuries: A Systematic Review. *Arthroscopy*, 31(10), 2014-2020.e2012. doi:10.1016/j.arthro.2015.04.090
- Andersson, J. K., & Garcia-Elias, M. (2013). Dorsal scapholunate ligament injury: a classification of clinical forms. *J Hand Surg Eur Vol*, 38(2), 165-169. doi:10.1177/1753193412441124
- Atesok, K., Doral, M. N., Whipple, T., Mann, G., Mei-Dan, O., Atay, O. A., Beer, Y., Lowe, J., Soudry, M., & Schemitsch, E. H. (2011). Arthroscopy-assisted fracture fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(2), 320-329. doi:10.1007/s00167-010-1298-7
- Atzei, A., & Luchetti, R. (2011). Foveal TFCC tear classification and treatment. *Hand Clin*, 27(3), 263-272. doi:10.1016/j.hcl.2011.05.014
- Atzei, A., Luchetti, R., & Garagnani, L. (2017). Classification of ulnar triangular fibrocartilage complex tears. A treatment algorithm for Palmer type IB tears. *J Hand Surg Eur Vol*, 42(4), 405-414. doi:10.1177/1753193416687479
- Bartl, C., Stengel, D., Bruckner, T., & Gebhard, F. (2014). The treatment of displaced intra-articular distal radius fractures in elderly patients. *Dtsch Arztebl Int*, 111(46), 779-787. doi:10.3238/arztebl.2014.0779
- Becker, K., & Haensel, P. (2014). Die distale Radiusfraktur - ein Update der Behandlungsmethoden. *Orthopädische und Unfallchirurgische Praxis*.
- Beirer, M., Serly, J., Vester, H., Pfforinger, D., Cronlein, M., Deiler, S., Biberthaler, P., & Kirchhoff, C. (2016). The Munich Wrist Questionnaire (MWQ) - development and validation of a new patient-reported outcome measurement tool for wrist disorders. *BMC Musculoskelet Disord*, 17, 167. doi:10.1186/s12891-016-1029-4
- Buchanan, D., Prothero, D., & Field, J. (2015). Which Are the Most Relevant Questions in the Assessment of Outcome after Distal Radial Fractures? *Adv Orthop*, 2015, 460589. doi:10.1155/2015/460589
- Buckup, K., & Buckup, J. (2012). *Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln* (Vol. 5. Auflage). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Bühren, V., Keel, M., & Marzi, I. (2016). *Checkliste Traumatologie* (8. Auflage ed.). Stuttgart: Thieme.
- Casadei, K., & Kiel, J. (2018). *Triangular Fibrocartilage Complex (TFCC) Injuries StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing LLC.
- Chen, A. C., Chan, Y.-S., Yuan, L.-J., Ye, W.-L., Lee, M. S.-S., & Chao, E.-K. (2002). Arthroscopically assisted osteosynthesis of complex intra-articular fractures of the distal radius. *J Trauma*, 53(2), 354-359.
- Chloros, G. D., Shen, J., Mahirogullari, M., & Wiesler, E. R. (2007). Wrist arthroscopy. *J Surg Orthop Adv*, 16(2), 49-61.
- Chloros, G. D., Wiesler, E. R., & Poehling, G. G. (2008). Current concepts in wrist arthroscopy. *Arthroscopy*, 24(3), 343-354. doi:10.1016/j.arthro.2007.10.006
- Colles, A. (1814). On the Fracture of the Carpal Extremity of the Radius. *N Engl J Med Surg*. doi:10.1056/NEJM181410010030410
- Court-Brown, C. M., & Caesar, B. (2006). Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury*, 37(8), 691-697. doi:10.1016/j.injury.2006.04.130
- Deiler, S., Haberle, S., Quentmeier, P., Biberthaler, P., & Ahrens, P. (2013). [Arthroscopy-assisted management of wrist fractures]. *Unfallchirurg*, 116(4), 305-310. doi:10.1007/s00113-012-2348-z

- Deniz, G., Kose, O., Yanik, S., Colakoglu, T., & Tugay, A. (2014). Effect of untreated triangular fibrocartilage complex (TFCC) tears on the clinical outcome of conservatively treated distal radius fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 24(7), 1155-1159. doi:10.1007/s00590-013-1389-5
- Dias, J. J., Rajan, R. A., & Thompson, J. R. (2008). Which questionnaire is best? The reliability, validity and ease of use of the Patient Evaluation Measure, the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand and the Michigan Hand Outcome Measure. *J Hand Surg Eur Vol*, 33(1), 9-17. doi:10.1177/1753193407087121
- Dornberger, J. E., Rademacher, G., Mutze, S., Eisenschenk, A., & Stengel, D. (2015). Accuracy of simple plain radiographic signs and measures to diagnose acute scapholunate ligament injuries of the wrist. *Eur Radiol*, 25(12), 3488-3498. doi:10.1007/s00330-015-3776-2
- Dresing, K., Stürmer, K. M., & Bonnaire, F. (2015). *Distale Radiusfraktur*. (Leitlinie Unfallchirurgie). Retrieved from http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-015l_S2e_Distale_Radiusfraktur_2015-02.pdf (AWMF-Nr.: 012 - 015)
- El-Gazzar, Y., Baker, C. L., 3rd, & Baker, C. L., Jr. (2013). Complications of elbow and wrist arthroscopy. *Sports Med Arthrosc Rev*, 21(2), 80-88. doi:10.1097/JSA.0b013e31828b685d
- Estrella, E. P., Hung, L.-K., Ho, P.-C., & Tse, W. L. (2007). Arthroscopic repair of triangular fibrocartilage complex tears. *Arthroscopy*, 23(7), 729-737, 737.e721. doi:10.1016/j.arthro.2007.01.026
- Fellinger, M., & Grechenig, W. (2010). Arthroskopisch assistierte Frakturversorgung am distalen Radiusende. *Arthroscopie*, 23(2), 97-104. doi:10.1007/s00142-009-0554-7
- Fok, M. W. M., Fang, C. X., Lau, T. W., Fung, Y. K. E., Fung, B. K. K., & Leung, F. K. L. (2018). The status of triangular fibrocartilage complex after the union of distal radius fractures with internal plate fixation. *Int Orthop*, 42(8), 1917-1922. doi:10.1007/s00264-018-3793-2
- Forward, D. P., Lindau, T. R., & Melsom, D. S. (2007). Intercarpal ligament injuries associated with fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am*, 89(11), 2334-2340. doi:10.2106/jbjs.F.01537
- Frank, J., Pralle, H., Lehnert, M., & Marzi, I. (2010). [Concomitant injuries of distal radius fractures]. *Unfallchirurg*, 113(10), 796, 797-803. doi:10.1007/s00113-010-1850-4
- Fricker, R., Jupiter, J., & Kastelec, M. (2016, 17.10.2016). Distal forearm - Diagnosis. Retrieved from <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Radius&segment=Distal>
- Frykman, G. (1967). Fracture of the distal radius including sequelae--shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand*, Suppl 108:103+.
- Geissler, W. B., Freeland, A. E., Savoie, F. H., McIntyre, L. W., & Whipple, T. L. (1996). Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 78A(3), 357-365.
- Goldhahn, J., Beaton, D., Ladd, A., Macdermid, J., & Hoang-Kim, A. (2014). Recommendation for measuring clinical outcome in distal radius fractures: a core set of domains for standardized reporting in clinical practice and research. *Arch Orthop Trauma Surg*, 134(2), 197-205. doi:10.1007/s00402-013-1767-9
- Gologan, R., Ginter, V. M., Ising, N., Kilian, A. K., Obertacke, U., & Schreiner, U. (2014). [Carpal lesions associated with dislocated fractures of the distal radius. A systematic screening of 104 fractures using preoperative CT and MRI]. *Unfallchirurg*, 117(1), 48-53. doi:10.1007/s00113-012-2264-2
- Goyal, N., Tsai, A. G., Li, J., & Wysocki, R. W. (2019). Return to Yoga Rates Are High After Volar Plating of Distal Radius Fractures. *Hand (N Y)*, 1558944719850639. doi:10.1177/1558944719850639
- Gradl, G., Pillukat, T., Fuchsberger, T., Knobe, M., Ring, D., & Prommersberger, K.-J. (2013). The functional outcome of acute scapholunate ligament repair in patients with intraarticular distal radius fractures treated by internal fixation. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 133(9), 1281-1287. doi:10.1007/s00402-013-1797-3

- Gunal, I., Ozaksoy, D., Altay, T., Satoglu, I. S., Kazimoglu, C., & Sener, M. (2013). Scapholunate dissociation associated with distal radius fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 23(8), 877-881. doi:10.1007/s00590-012-1093-x
- Hattori, Y., Doi, K., Estrella, E. P., & Chen, G. (2007). Arthroscopically assisted reduction with volar plating or external fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius in the elderly patients. *Hand Surg*, 12(1), 1-12. doi:10.1142/s021881040700333x
- Health, I. f. W. a. (2006). Disabilitis of the Arm, Shoulder and Hand. Retrieved from http://www.dash.iwh.on.ca/sites/dash/files/downloads/DASH_questionnaire_2010.pdf
- Hirt, B., Seyhan, H., Wagner, M., & Zumhasch, R. (2015). *Anatomie und Biomechanik der Hand* (3. Auflage ed.). Stuttgart: Thieme.
- Hoang-Kim, A., Pegreff, F., Moroni, A., & Ladd, A. (2011). Measuring wrist and hand function: common scales and checklists. *Injury*, 42(3), 253-258. doi:10.1016/j.injury.2010.11.050
- Hoffmann, R. (2009). *Checkliste Handchirurgie*. Stuttgart: Thieme.
- Kalb, K., Blank, S., van Schoonhoven, J., & Prommersberger, K.-J. (2009). Die Fesselung des Kahnbeins nach Brunelli in der Modifikation nach Garcia-Elias, Lluch und Stanley zur Behandlung der veralteten skapholunären Dissoziation. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 21(4), 429-441. doi:10.1007/s00064-009-1903-4
- Karnezis, I. A., & Fragkiadakis, E. G. (2002). Association between objective clinical variables and patient-rated disability of the wrist. *J Bone Joint Surg Br*, 84(7), 967-970.
- Kasapinova, K., & Kamiloski, V. (2015). Influence of associated lesions of the intrinsic ligaments on distal radius fractures outcome. *Arch Orthop Trauma Surg*, 135(6), 831-838. doi:10.1007/s00402-015-2203-0
- Kasapinova, K., & Kamiloski, V. (2016). The correlation of initial radiographic characteristics of distal radius fractures and injuries of the triangular fibrocartilage complex. *J Hand Surg Eur Vol*, 41(5), 516-520. doi:10.1177/1753193415624669
- Kasapinova, K., & Kamiloski, V. (2020). Outcomes of surgically treated distal radius fractures associated with triangular fibrocartilage complex injury. *J Hand Ther*. doi:10.1016/j.jht.2017.09.012
- Kastenberger, T., Kaiser, P., Schmidle, G., Schwendinger, P., Gabl, M., & Arora, R. (2020). Arthroscopic assisted treatment of distal radius fractures and concomitant injuries. *Arch Orthop Trauma Surg*. doi:10.1007/s00402-020-03373-y
- Kirchberger, M. C., Unglaub, F., Muhldorfer-Fodor, M., Pillukat, T., Hahn, P., Muller, L. P., & Spies, C. K. (2015). Update TFCC: histology and pathology, classification, examination and diagnostics. *Arch Orthop Trauma Surg*, 135(3), 427-437. doi:10.1007/s00402-015-2153-6
- Kitay, A., & Wolfe, S. W. (2012). Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. *J Hand Surg Am*, 37(10), 2175-2196. doi:10.1016/j.jhsa.2012.07.035
- Klempka, A., Wagner, M., Fodor, S., Prommersberger, K.-J., Uder, M., & Schmitt, R. (2016). Injuries of the scapholunate and lunotriquetral ligaments as well as the TFCC in intra-articular distal radius fractures. Prevalence assessed with MDCT arthrography. *Eur Radiol*, 26(3), 722-732. doi:10.1007/s00330-015-3871-4
- Klempka, A., Wagner, M., Fodor, S., Prommersberger, K. J., Uder, M., & Schmitt, R. (2016). Injuries of the scapholunate and lunotriquetral ligaments as well as the TFCC in intra-articular distal radius fractures. Prevalence assessed with MDCT arthrography. *Eur Radiol*, 26(3), 722-732. doi:10.1007/s00330-015-3871-4
- Krimmer, H., & Lanz, U. (2000). Der posttraumatische karpale Kollaps. *Unfallchirurg*, 103(4), 260 - 266. doi:10.1007/s001130050534
- Krupp, S., & Rennekampff, H.-O. (2005). *Plastische Chirurgie* (26. Auflage ed.): Ecomed.
- Lane, R., & Varacallo, M. (2018). Scapholunate Advanced Collapse (SLAC Wrist) *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing LLC.
- Leclercq, C., & Mathoulin, C. (2016). Complications of Wrist Arthroscopy: A Multicenter Study Based on 10,107 Arthroscopies. *J Wrist Surg*, 5(4), 320-326. doi:10.1055/s-0036-1584163

- Lenk, S., Ludescher, B., Martirosan, P., Schick, F., Claussen, C. D., & Schlemmer, H. P. (2004). 3.0 T high-resolution MR imaging of carpal ligaments and TFCC. *Rofo*, *176*(5), 664-667. doi:10.1055/s-2004-813112
- Lichtman, D. M., Bindra, R. R., Boyer, M. I., Putnam, M. D., Ring, D., Slutsky, D. J., Taras, J. S., Watters, W. C. I., Goldfarb, M. J., Keith, M., Turkelson, C. M., Wies, J. L., Haralson, R. H., Boyer, K. M., Hitchcock, K., & Raymon, L. (2009). *The Treatment of Distal Radius Fractures Guideline and Evidence Report*. Rosemont, IL 60018.
- Lill, C. A., Goldhahn, J., Albrecht, A., Eckstein, F., Gatzka, C., & Schneider, E. (2003). Impact of bone density on distal radius fracture patterns and comparison between five different fracture classifications. *J Orthop Trauma*, *17*(4), 271-278.
- Lutz, M., Erhart, S., Deml, C., & Klestil, T. (2016). [Arthroscopically assisted osteosynthesis of intraarticular distal radius fractures]. *Oper Orthop Traumatol*, *28*(4), 279-290. doi:10.1007/s00064-016-0448-6
- MacIntyre, N. J., & Dewan, N. (2016). Epidemiology of distal radius fractures and factors predicting risk and prognosis. *J Hand Ther*, *29*(2), 136-145. doi:10.1016/j.jht.2016.03.003
- Magee, T. (2009). Comparison of 3-T MRI and arthroscopy of intrinsic wrist ligament and TFCC tears. *AJR Am J Roentgenol*, *192*(1), 80-85. doi:10.2214/ajr.08.1089
- Marchewka, J., Glodzki, J., Marchewka, W., & Golec, E. (2019). Higher Mortality in Men Compared with Women following Distal Radius Fracture in Population Aged 50 Years or Above: Are Common Distal Radius Fracture Classifications Useful in Predicting Mortality? *BioMed Research International*. doi:10.1155/2019/5359204
- Matter, P. (1998). History of the AO and its global effect on operative fracture treatment. *Clin Orthop Relat Res*(347), 11-18.
- Mayer, S., Hahn, P., Bruckner, T., & Unglaub, F. (2013). [Diagnostic value of preoperatively performed MRI regarding lesions of the scapholunate ligament in clinical routine]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, *45*(1), 26-32. doi:10.1055/s-0033-1333689
- Melone, C. P., Jr. (1993). Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Orthop Clin North Am*, *24*(2), 239-253.
- Messina, J. C., Van Overstraeten, L., Luchetti, R., Fairplay, T., & Mathoulin, C. L. (2013). The EWAS Classification of Scapholunate Tears: An Anatomical Arthroscopic Study. *J Wrist Surg*, *2*(2), 105-109. doi:10.1055/s-0033-1345265
- Meyer, P., Lintingre, P.-F., Pesquer, L., Poussange, N., Silvestre, A., & Dallaudiere, B. (2018). Imaging of Wrist Injuries: A Standardized US Examination in Daily Practice. *J Belg Soc Radiol*, *102*(1), 9. doi:10.5334/jbr-btr.1319
- Michelotti, B. F., & Chung, K. C. (2017). Diagnostic Wrist Arthroscopy. *Hand Clin*, *33*(4), 571-583. doi:10.1016/j.hcl.2017.06.004
- Mikic, Z. D. (1978). Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist joint. *J Anat*, *126*(Pt 2), 367-384.
- Mrkonjic, A., Lindau, T., Geijer, M., & Tagil, M. (2015). Arthroscopically diagnosed scapholunate ligament injuries associated with distal radial fractures: a 13- to 15-year follow-up. *J Hand Surg Am*, *40*(6), 1077-1082. doi:10.1016/j.jhsa.2015.03.017
- Müller, M., Elsen, A., & Eppinger, M. (2016). *Orthopädie und Unfallchirurgie für Studium und Praxis* (M. Müller Ed. 2. Auflage ed.).
- Obdeijn, M. C., Bavinck, N., Mathoulin, C., van der Horst, C. M., Schijven, M. P., & Tuijthof, G. J. (2015). Education in wrist arthroscopy: past, present and future. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *23*(5), 1337-1345. doi:10.1007/s00167-013-2592-y
- Palmer, A. K. (1989). TRIANGULAR FIBROCARILAGE COMPLEX LESIONS - A CLASSIFICATION. *Journal of Hand Surgery-American Volume*, *14A*(4), 594-606. doi:10.1016/0363-5023(89)90174-3
- Palmer, A. K. (1990). Triangular fibrocartilage disorders: injury patterns and treatment. *Arthroscopy*, *6*(2), 125-132.
- Pang, E. Q., Truntzer, J. N., Baker, L., Harris, A. H. S., Gardner, M. J., & Kamal, R. N. (2018). Cost minimization analysis of the treatment of distal radial fractures in the elderly. *Bone Joint J*, *100-b*(2), 205-211. doi:10.1302/0301-620x.100b2.Bjj-2017-0358.R1

- Pechlaner, S., Gabl, M., Lutz, M., Krappinger, D., Leixnering, M., Krulis, B., Ulmer, H., & Rudisch, A. (2007). [Distal radius fractures--aetiology, treatment and outcome]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 39(1), 19-28. doi:10.1055/s-2007-964920
- Pechlaner, S., Kathrein, A., Gabl, M., Lutz, M., Angermann, P., Zimmermann, R., Peer, R., Peer, S., Rieger, M., Freund, M., & Rudisch, A. (2002). [Distal radius fractures and concomitant lesions. Experimental studies concerning the pathomechanism]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 34(3), 150-157. doi:10.1055/s-2002-33682
- Porrino, J. A., Jr., Maloney, E., Scherer, K., Mulcahy, H., Ha, A. S., & Allan, C. (2014). Fracture of the distal radius: epidemiology and premanagement radiographic characterization. *AJR Am J Roentgenol*, 203(3), 551-559. doi:10.2214/ajr.13.12140
- Prommersberger, K.-J., Muhldorfer-Fodor, M., Kalb, K., Schmitt, R., & van Schoonhoven, J. (2014). [Scapholunate lesions]. *Unfallchirurg*, 117(8), 723-737; quiz 738-729. doi:10.1007/s00113-014-2621-4
- Radek, E., Köhler, T., Münch, K., Matschke, S., & Wentzensen, A. (2003). Verletztenrenten auf unbestimmte Zeit nach distalen Radiusfrakturen. *Trauma und Berufskrankheit*, 5, 253-259. doi:10.1007/s10039-003-0721-4
- Rappold, G., Leixnering, M., & Pezzei, C. (2001). [Carpal injuries associated with distal radius fractures. Diagnosis and therapy]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 33(4), 221-228. doi:10.1055/s-2001-16591
- Richards, R. S., Bennett, J. D., Roth, J. H., & Milne, K. J. (1997). Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *Journal of Hand Surgery-American Volume*, 22A(5), 772-776. doi:10.1016/s0363-5023(97)80068-8
- Ring, D., & Jupiter, J. B. (2005). Treatment of osteoporotic distal radius fractures. *Osteoporos Int*, 16 Suppl 2, S80-84. doi:10.1007/s00198-004-1808-x
- Ross, C., Hoffstetter, P., Fellner, C., Herold, T., Nerlich, M., & Huber, M. K. (2015). [Detection of intrinsic ligament and TFCC lesions of the wrist. Direct versus indirect MRI arthrography]. *Unfallchirurg*, 118(3), 251-255. doi:10.1007/s00113-014-2662-8
- Roth, J. H., & Haddad, R. G. (1986). Radiocarpal arthroscopy and arthrography in the diagnosis of ulnar wrist pain. *Arthroscopy*, 2(4), 234-243.
- Ruch, D. S., Yang, C. C., & Smith, B. P. (2003). Results of acute arthroscopically repaired triangular fibrocartilage complex injuries associated with intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy*, 19(5), 511-516. doi:10.1053/jars.2003.50154
- Rudigier, J., & Meier, R. (2015). *Kurzgefasste Handchirurgie - Klinik und Praxis* (6. Auflage ed.). Stuttgart: Thieme.
- Rueger, J. M., Hartel, M. J., Ruecker, A. H., & Hoffmann, M. (2014). [Fractures of the distal radius]. *Unfallchirurg*, 117(11), 1025-1034; quiz 1035-1026. doi:10.1007/s00113-014-2676-2
- Scaf-Klomp, W., van Sonderen, E., Sanderman, R., Ormel, J., & Kempen, G. I. (2001). Recovery of physical function after limb injuries in independent older people living at home. *Age Ageing*, 30(3), 213-219.
- Schmauss, D., Pohlmann, S., Lohmeyer, J. A., Germann, G., Bickert, B., & Megerle, K. (2016). Clinical tests and magnetic resonance imaging have limited diagnostic value for triangular fibrocartilaginous complex lesions. *Arch Orthop Trauma Surg*, 136(6), 873-880. doi:10.1007/s00402-016-2441-9
- Schneiders, W., Amlang, M., Rammelt, S., & Zwipp, H. (2005). [Frequency of acute and chronic scapholunate dissociation in distal radius fractures. Different treatment plans]. *Unfallchirurg*, 108(9), 715-720. doi:10.1007/s00113-005-0947-7
- Schneppendahl, J., Windolf, J., & Kaufmann, R. A. (2012). Distal radius fractures: current concepts. *J Hand Surg Am*, 37(8), 1718-1725. doi:10.1016/j.jhsa.2012.06.001
- Schuind, F., An, K. N., Berglund, L., Rey, R., Cooney, W. P., 3rd, Linscheid, R. L., & Chao, E. Y. (1991). The distal radioulnar ligaments: a biomechanical study. *J Hand Surg Am*, 16(6), 1106-1114.
- Shauver, M. J., Clapham, P. J., & Chung, K. C. (2011). An economic analysis of outcomes and complications of treating distal radius fractures in the elderly. *J Hand Surg Am*, 36(12), 1912-1918.e1911-1913. doi:10.1016/j.jhsa.2011.09.039

- Shauver, M. J., Yin, H. Y., Banerjee, M., & Chung, K. C. (2011). Current and future national costs to medicare for the treatment of distal radius fracture in the elderly. *J Hand Surg Am*, 36(8), 1282-1287. doi:10.1016/j.jhsa.2011.05.017
- Singer, B. R., McLauchlan, G. J., Robinson, C. M., & Christie, J. (1998). Epidemiology of fractures in 15,000 adults: the influence of age and gender. *J Bone Joint Surg Br*, 80(2), 243-248.
- Skalski, M. R., White, E. A., Patel, D. B., Schein, A. J., RiveraMelo, H., & Matcuk, G. R., Jr. (2016). The Traumatized TFCC: An Illustrated Review of the Anatomy and Injury Patterns of the Triangular Fibrocartilage Complex. *Curr Probl Diagn Radiol*, 45(1), 39-50. doi:10.1067/j.cpradiol.2015.05.004
- Smith, R. W. (1847). A Treatise on Fractures in the Vicinity of Joints, and on Certain Forms of Accidental and Congenital Dislocations. *Med Chir Rev*, 6(11), 137-152.
- Squitieri, L., Reichert, H., Kim, H. M., & Chung, K. C. (2010). Application of the brief international classification of functioning, disability, and health core set as a conceptual model in distal radius fractures. *J Hand Surg Am*, 35(11), 1795-1805.e1791. doi:10.1016/j.jhsa.2010.07.013
- Stäbler, A. (2005). *Handbuch diagnostische Radiologie - Muskuloskelettales System 1* (A. Stäbler Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Stephan, C., Prommersberger, K.-J., & van Schoonhoven, J. (2009). Die dorsale Kapsulodese zur Behandlung der skapholunären Instabilität. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 21(4), 405-415. doi:10.1007/s00064-009-1907-0
- Thurston, A. J. (2005). 'Ao' or eponyms: the classification of wrist fractures. *ANZ J Surg*, 75(5), 347-355. doi:10.1111/j.1445-2197.2005.03414.x
- Toon, D. H., Premchand, R. A. X., Sim, J., & Vaikunthan, R. (2017). Outcomes and financial implications of intra-articular distal radius fractures: a comparative study of open reduction internal fixation (ORIF) with volar locking plates versus nonoperative management. *J Orthop Traumatol*, 18(3), 229-234. doi:10.1007/s10195-016-0441-8
- Tunnerhoff, H.-G., & Langer, M. (2014). [Arthroscopic repair for ulnar-sided tears of the TFCC]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 46(5), 286-294. doi:10.1055/s-0034-1385937
- Unfallversicherung, D. G. (2017, 01/17). Messblatt obere Gliedmaßen. Retrieved from http://www.dguv.de/medien/formtexte/aerzte/f_4222/f4222.pdf
- Vargus-Adams, J. N., & Majnemer, A. (2014). International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) as a framework for change: revolutionizing rehabilitation. *J Child Neurol*, 29(8), 1030-1035. doi:10.1177/0883073814533595
- Varitimidis, S. E., Basdekis, G. K., Dailiana, Z. H., Hantes, M. E., Bargiotas, K., & Malizos, K. (2008). Treatment of intra-articular fractures of the distal radius: fluoroscopic or arthroscopic reduction? *J Bone Joint Surg Br*, 90(6), 778-785. doi:10.1302/0301-620x.90b6.19809
- Volkmer, E., Hagen, C. S., Holzbach, T., Leitsch, S., & Giunta, R. E. (2015). [Results after Arthroscopically Assisted Management of Intra-Articular Distal Radius Fractures]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 47(3), 155-163. doi:10.1055/s-0035-1549996
- von Matthey, F., Schmid, K., Zyskowski, M., Deiler, S., Biberthaler, P., & Vester, H. (2020). The Outcome of Distal Radius Fractures with Concomitant Injuries Is Similar to those of Isolated Distal Radius Fractures Provided that an Arthroscopically Supported Treatment Is Performed. *J Clin Med*, 9(4). doi:10.3390/jcm9040974
- Waever, D., Madsen, M. L., Rolwing, J. H. D., Borris, L. C., Henriksen, M., Nagel, L. L., & Thorninger, R. (2018). Distal radius fractures are difficult to classify. *Injury*, 49 Suppl 1, S29-s32. doi:10.1016/s0020-1383(18)30299-7
- Waljee, J. F., Ladd, A., MacDermid, J. C., Rozental, T. D., & Wolfe, S. W. (2016). A Unified Approach to Outcomes Assessment for Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Am*, 41(4), 565-573. doi:10.1016/j.jhsa.2016.02.001
- Watson, H. K., & Ballet, F. L. (1984). The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg Am*, 9(3), 358-365. doi:10.1016/s0363-5023(84)80223-3
- Weiß, C. (2019). *Basiswissen Medizinische Statistik* (Vol. 7): Springer.
- Whipple, T. L. (1995). The role of arthroscopy in the treatment of scapholunate instability. *Hand Clin*, 11(1), 37-40.

- Wiesler, E. R., Chloros, G. D., Mahirogullari, M., & Kuzma, G. R. (2006). Arthroscopic management of distal radius fractures. *J Hand Surg Am*, 31(9), 1516-1526. doi:10.1016/j.jhsa.2006.08.015
- Wolfe, S. W., Easterling, K. J., & Yoo, H. H. (1995). Arthroscopic-assisted reduction of distal radius fractures. *Arthroscopy*, 11(6), 706-714.
- Wright, T. W., Del Charco, M., & Wheeler, D. (1994). Incidence of ligament lesions and associated degenerative changes in the elderly wrist. *J Hand Surg Am*, 19(2), 313-318. doi:10.1016/0363-5023(94)90026-4

10 ANHANG

I - Patienteninformation



PATIENTENINFORMATION

Einladung zur Patientenbefragung im Rahmen der Studie „Nachuntersuchung nach operativer Versorgung von distalen Radiusfrakturen mit und ohne Begleitverletzungen“

Sehr geehrte PatientIn, Sehr geehrter Patient,

Sie wurden in der Klinik für Unfallchirurgie des Klinikums rechts der Isar wegen eines körperfernen Speichenbruchs (*distalen Radiusfraktur*) mit oder ohne einer Begleitverletzung operiert. Um unsere medizinischen Leistungen kontinuierlich zu verbessern, untersuchen wir die Ergebnisse (*das outcome*) nach operativ versorgten körperfernen Speichenbrüchen mit oder ohne Begleitverletzungen (wie bei Ihnen vorliegend) u.a. mittels eines Selbst-Beurteilungs-Fragebogens.

Mit unserer Nachuntersuchung möchten wir den Zustand und die Funktion Ihres Handgelenkes u.a. anhand eines Fragebogens und wenn möglich einer klinischen Nachuntersuchung bewerten. Ziel ist es, das Langzeitergebnis nach Kombinationsverletzungen von körperfernen Speichenbrüchen mit oder ohne Begleitverletzungen zu untersuchen, um beispielsweise das Risiko von vorfrühen Verschleisserscheinungen des Handgelenkes (Handgelenksarthrose) oder Bewegungseinschränkungen und funktionelle Einschränkungen möglichst gering zu halten bzw. Maßnahmen zur Vermeidung ergreifen zu können.

Beiliegend senden wir Ihnen einen Fragebogen. Wir möchten Sie bitten an unserer Studie teilzunehmen und diese Fragebögen auszufüllen. In diesem Rahmen bitten wir Sie darüber hinaus die ebenfalls beiliegende Patienteneinwilligung zur wissenschaftlichen Auswertung Ihrer Antwort zu unterschreiben.

Ihre Daten werden selbstverständlich pseudonymisiert ausgewertet, sodass Ihr Name bzw. die persönlichen Daten nirgends erscheinen und auch nicht nachverfolgbar sind. Für Details diesbezüglich lesen Sie bitte den beiliegenden Informationsbogen. Mit Ihrer Teilnahme an unserer Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Belastungen.

Anbei ein kurzer Überblick über Inhalte und Ablauf der Nachuntersuchung.

Ziel der Studie:

Die Studie soll das langfristige Ergebnis nach operativer Versorgung von körperfernen Speichenbrüchen (distale Radiusfraktur) mit oder ohne einer Begleitverletzungen untersuchen.

Anhand eines Fragebogens und ggf. einer Nachuntersuchung soll ermittelt werden, wie das Ergebnis nach operativer Versorgung von körperfernen Speichenbrüchen mit oder ohne einer Begleitverletzungen ist. Hierzu sollen sowohl objektiv messbare Ergebnisse wie Beweglichkeit im Handgelenk, etc. als auch subjektives Wohlbefinden und Alltagstauglichkeit einbezogen werden. Das Outcome soll sowohl mittels Fragebögen (u.a. „Munich-Wrist-Score“) als auch –wenn möglich– durch eine klinische Nachuntersuchung evaluiert werden.

Ablauf der Studie:

- Durch Teilnahme an unserer Studie entstehen für Sie **kein** zeitlicher Mehraufwand und **keine** finanzielle Belastung.
- Alle Untersuchungen werden gemäß unserem routinemäßigem Nachuntersuchungsschema durchgeführt
- Sie bekommen heute mit diesem Schreiben (wie oben bereits erwähnt) Fragebögen und eine Patienteneinwilligung zugesendet. Wir bitten Sie, diese zur Nachuntersuchung mitzubringen oder postalisch an uns zurückzusenden. (Ein vorfrankiertes Kuvert liegt bei)
- Bitte kommen Sie zum **vereinbarten Termin am..... um.....** ins Klinikum rechts der Isar, Ismaningerstraße 22. Melden Sie sich dort bitte an der unfallchirurgischen Ambulanz.

Datenschutz:

Während Ihrer Behandlung und im Anschluss daran werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben. Diese Daten werden, wie üblich, in Ihrer Krankenakte festgehalten und sind Unbefugten nicht zugänglich. Die für unsere Untersuchung wichtigen Daten werden zusätzlich pseudonymisiert, d.h. verschlüsselt und in einem gesonderten Dokumentationsbogen eingetragen. In dieser Verschlüsselung sind keine Elemente enthalten, die eine Ermittlung Ihrer Person erlauben. Den Zugang zum Code zur Entschlüsselung hat nur der verantwortliche Prüfarzt, so dass Ihre persönlichen Daten gegen den unbefugten Zugriff Dritter absolut geschützt sind. Wenn Sie mit einer Verwendung der Krankheitsdaten nicht einverstanden sind, werden wir Sie selbstverständlich aus der Studie heraus nehmen und die Daten vernichten. Sie können Ihre Einwilligung auch in Zukunft jederzeit frei ohne daraus entstehende Nachteile widerrufen.



Für Rückfragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung. Vielen Dank für Ihre Mitwirkung an unserer Studie.

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. Francesca von Matthey
Assistenzärztin
Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie

PD Dr. Helen Vester
Funktionsoberärztin IHZ
Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie

Schmerzen										
1. Wie stark sind Ihre Schmerzen in Ruhe?										
keine leicht mittelmäßig stark unerträglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Wie stark sind Ihre Schmerzen bei alltäglichen Bewegungen?										
keine leicht mittelmäßig stark unerträglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Wie stark sind Ihre Schmerzen beim Heben eines schweren Gegenstandes (z.B. gefüllte Einkaufstasche, gepackter Koffer)?										
keine leicht mittelmäßig stark unerträglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Wie oft haben Sie Schmerzen im Bereich des behandelten Handgelenkes?										
nie selten manchmal oft ständig										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Wie sehr sind Sie subjektiv mit dem Behandlungsergebnis zufrieden?										
sehr mittelmäßig gar nicht										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeit und alltägliches Leben										
6. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand ein verschlossenes Marmeladen- oder Honigglas zu öffnen?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand einen Schlüssel im Türschloss umzudrehen?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<p>8. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand ein Messer zu benutzen um Lebensmittel zu schneiden?</p>										
<p>keine wenig mäßig stark nicht möglich</p>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>9. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand eine Türklinke herunter zu drücken?</p>										
<p>keine wenig mäßig stark nicht möglich</p>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>10. Haben Sie Schwierigkeiten beim Schreiben auf einer Tastatur (PC, Schreibmaschine) oder beim Klavier/Keyboard spielen?</p>										
<p>keine wenig mäßig stark nicht möglich</p>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>11. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand die Zähne zu putzen?</p>										
<p>keine wenig mäßig stark nicht möglich</p>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>12. Konnten Sie nach der Behandlung Ihre normale Arbeit wiederaufnehmen?</p>										
Normale Arbeit möglich				<input type="checkbox"/>						
Eingeschränkt bei normaler Arbeit				<input type="checkbox"/>						
Arbeitsfähig, aber arbeitslos				<input type="checkbox"/>						
Aufgrund des Handgelenkes nicht arbeitsfähig				<input type="checkbox"/>						
<p>Griffstärke</p>										
<p>13. Wie bewerten Sie die Griffstärke Ihrer behandelten Hand im Vergleich zur gesunden Gegenseite? Griffstärke entspricht</p>										
<p>100% 75% 50% 25% 0%</p>										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bewegung

14. Pronation / Supination

Ist es Ihnen möglich folgende Positionen mit der rechten und der linken Hand einzunehmen? Bitte achten Sie darauf, dass Ihre beiden Ellenbogen am Körper anliegen!



Rechte Hand:

- Ja
- Nein

Linke Hand:

- Ja
- Nein



Rechte Hand:

- Ja
- Nein

Linke Hand:

- Ja
- Nein



Rechte Hand:

- Ja
- Nein

Linke Hand:

- Ja
- Nein

15. Bitte verwenden Sie zur Beantwortung dieser beiden Fragen die beiliegenden Schablonen/Zeichnungen (Abbildung 1, 2, 3 und 4):

1. Dorsalextension/Palmarflexion (Abbildung 1 und 2)

Legen Sie hierzu die rechte und die linke Hand auf die beiliegenden Schablonen 1 und 2:

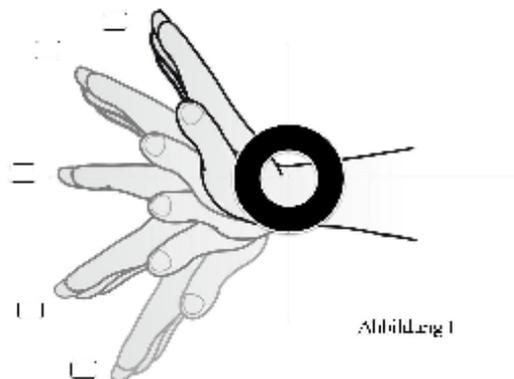


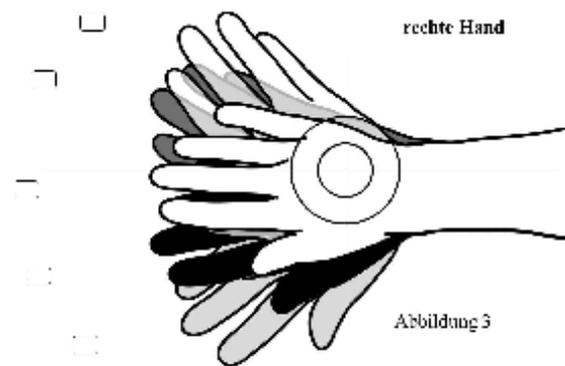
Abbildung 1

Der schwarze Kreis stellt hierbei das Drehzentrum des Handgelenkes dar. Bewegen Sie nun Ihre Hand entsprechend der Zeichnung und prüfen, welche Positionen Sie mit Ihrer Hand einnehmen können. Dabei darf der Unterarm **NICHT** mitbewegt werden, die Bewegung soll nur im Handgelenk stattfinden!

Falls Sie nur die Ausgangsposition einnehmen können, so machen Sie bitte bei der Ausgangsposition Ihr Kreuz.

2. Radialabduktion/Ulnarabduktion (Abbildung 3 und 4)

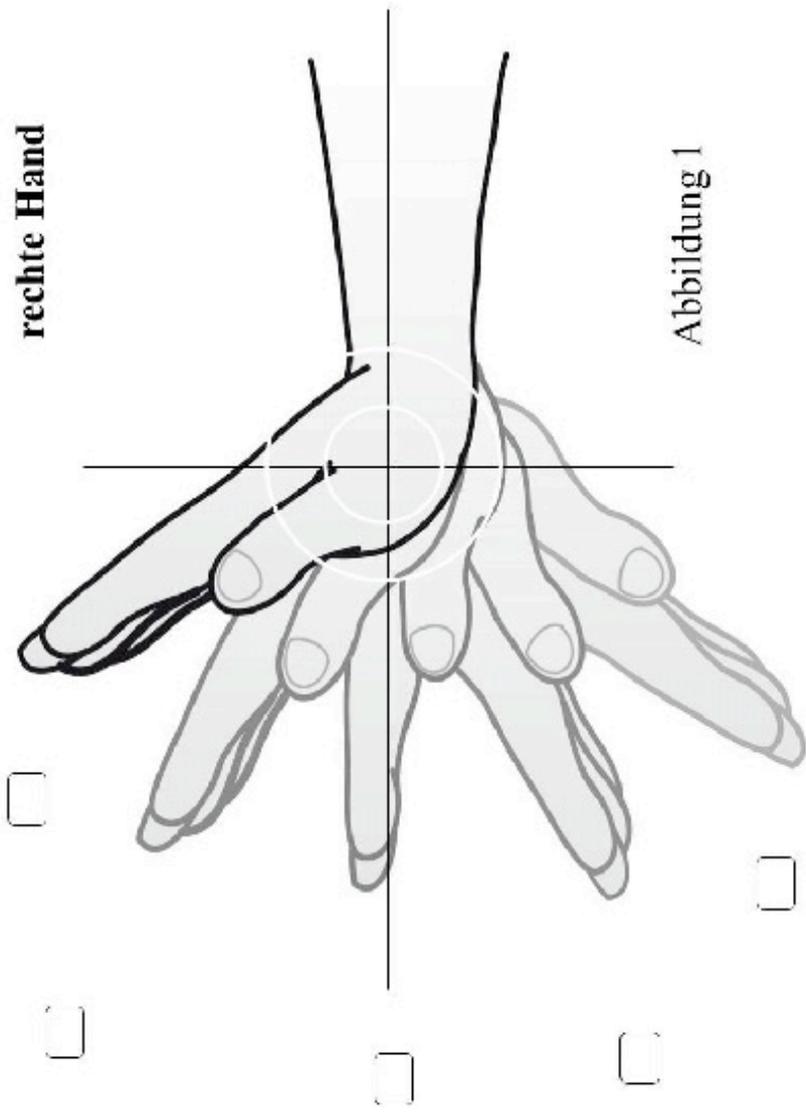
Legen Sie hierzu die rechte und die linke Hand auf die beiliegenden Schablonen 3 und 4:

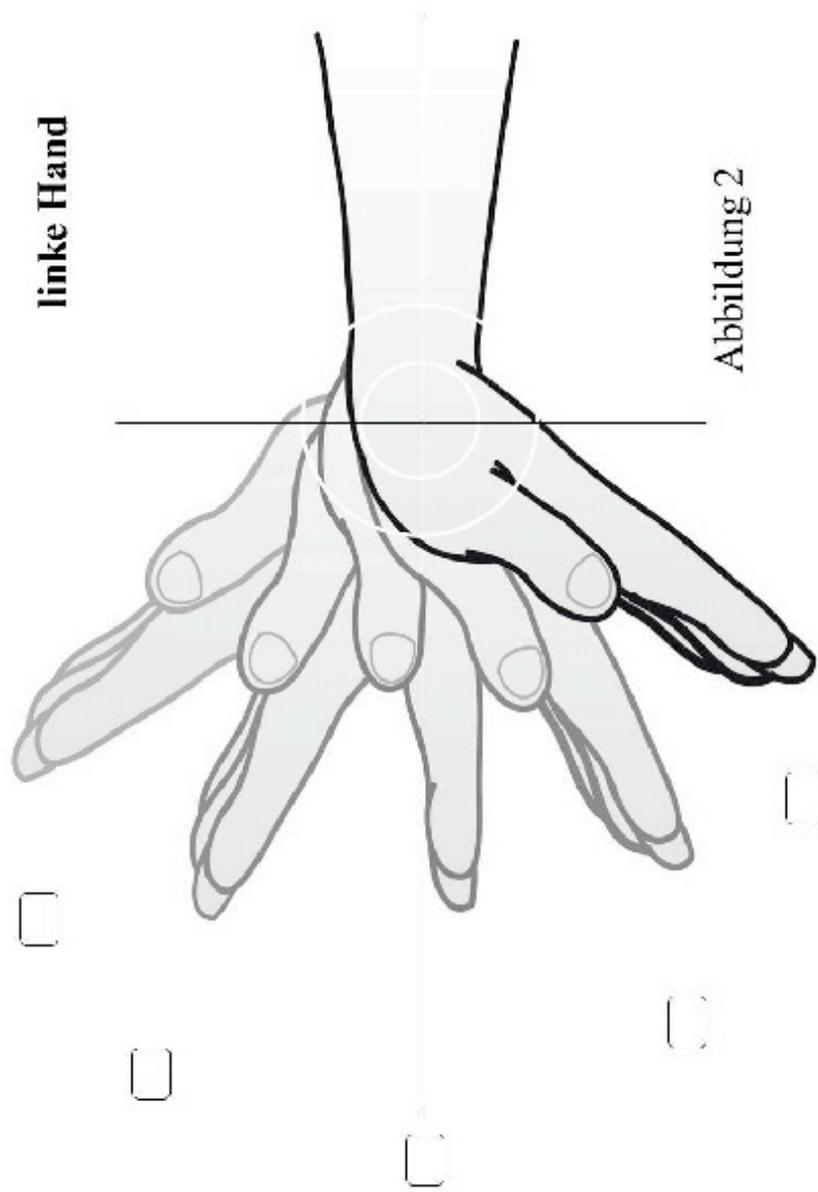


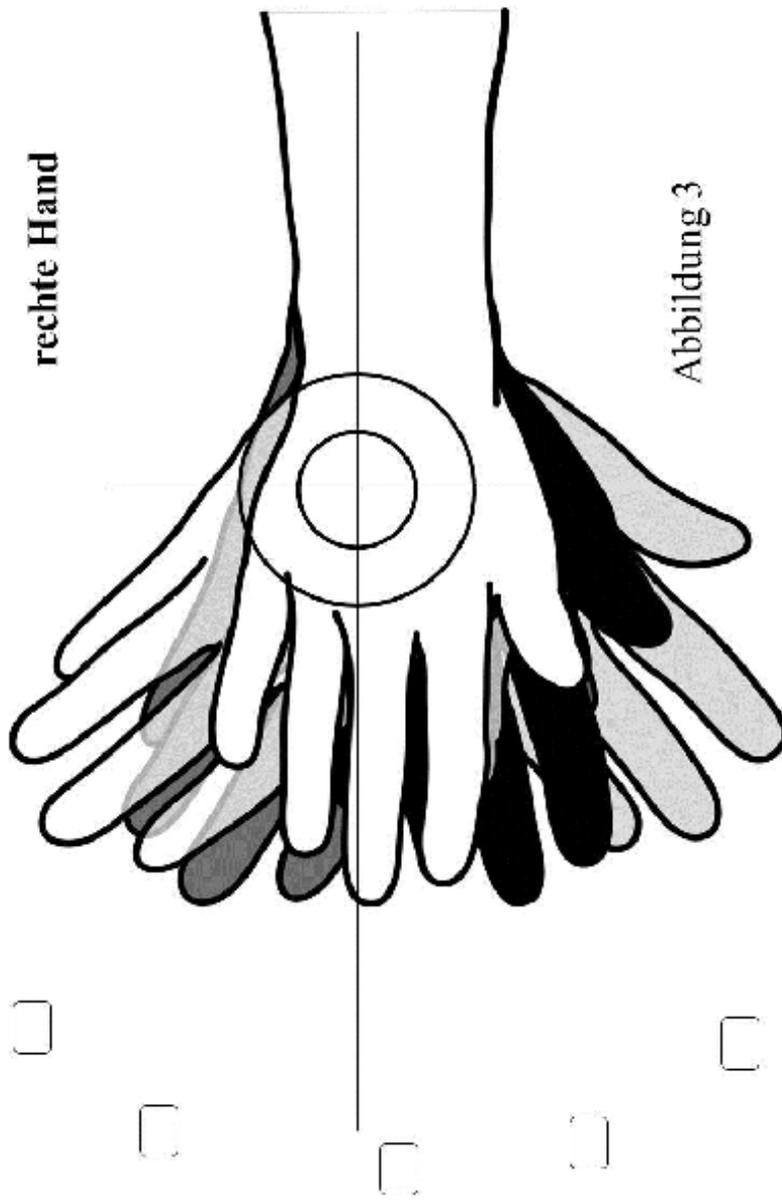
Der schwarze Kreis stellt hierbei das Drehzentrum des Handgelenkes dar. Bewegen Sie nun Ihre Hand entsprechend der Zeichnung und prüfen, welche Positionen Sie mit Ihrer Hand einnehmen können. Dabei darf der Unterarm **NICHT** mitbewegt werden, die Bewegung soll nur im Handgelenk stattfinden!

Falls Sie nur die Ausgangsposition einnehmen können, so machen Sie bitte bei der Ausgangsposition Ihr Kreuz.

Vielen Dank für Ihre Hilfe und Bemühungen !!!

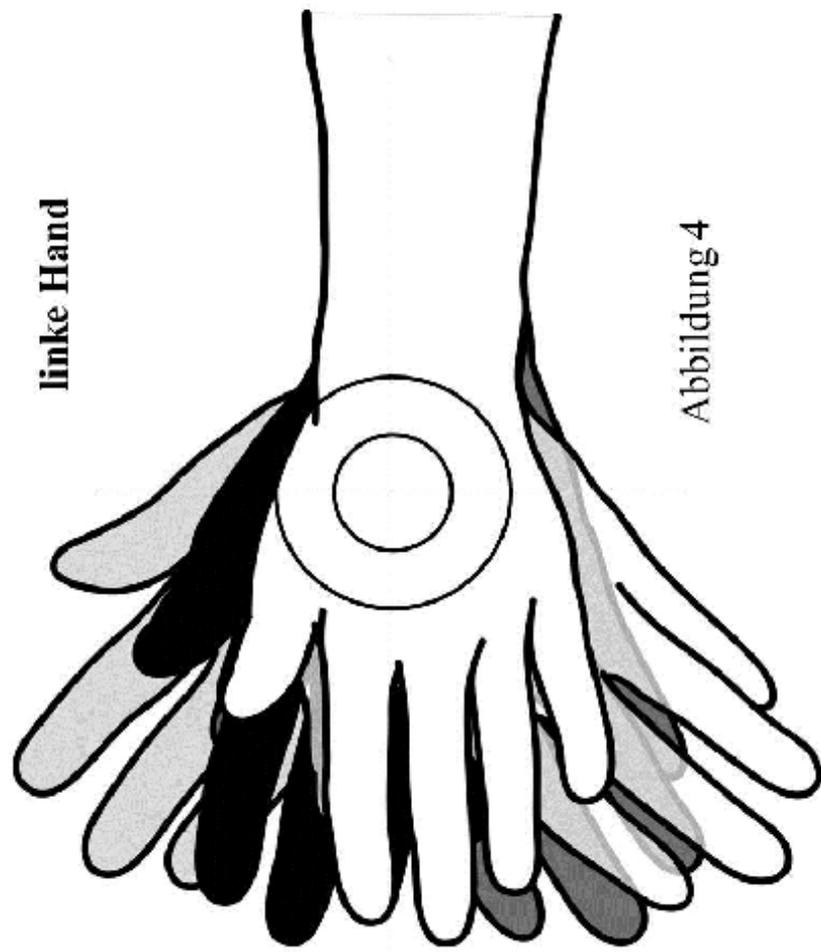






rechte Hand

Abbildung 3



linke Hand

Abbildung 4



III - Auswertung des MWQ:

Auswertung des MWQ

Fragen 1 bis 13 (Schmerzen/Arbeit und alltägliches Leben/Griffstärke):

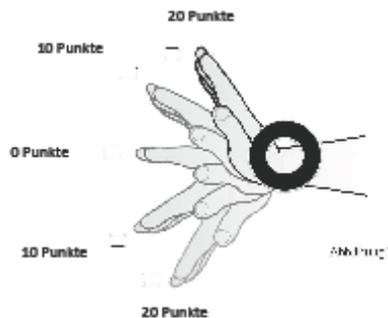
Pro Frage können 0 bis 10 Punkte erreicht werden. Das erste Kästchen entspricht 10 Punkten, das letzte 0 Punkten. Ausnahme ist Frage 12. Hier stehen 4 Antwortmöglichkeiten zur Auswahl. Die Punkteverteilung entspricht absteigend der Kästchen 10, 7, 3 und 0. Maximal sind in diesem Abschnitt 130 Punkte zu erreichen.

Fragen 14, 15.1 und 15.2 (Bewegung):

Pro Frage können maximal 40 Punkte erreicht werden. Das nicht betroffene Handgelenk gibt hierbei immer das maximal mögliche Bewegungsausmaß vor und wird dann mit dem betroffenen Handgelenk verglichen. Das bedeutet, die Bewegung, die mit dem nicht betroffenen Handgelenk möglich ist, muss auch mit dem betroffenen Handgelenk erfolgen um die volle Punktzahl zu erreichen.

Bei Frage 14 werden für Pronation bzw. Supination jeweils 20 Punkte vergeben. Ist eine Bewegung mit dem betroffenen Handgelenk nicht möglich werden 0 Punkte vergeben.

Bei Frage 15.1 werden für Dorsalextension bzw. Palmarflexion jeweils maximal 20 Punkte vergeben. Für eine inkomplette Bewegung werden 10 Punkte vergeben. Ist eine Bewegung mit dem betroffenen Handgelenk nicht möglich werden 0 Punkte vergeben.



Bei Frage 15.2 erfolgt analog zu Frage 15.1 die gleiche Punkteverteilung für Radialabduktion bzw. Ulnarabduktion. Maximal sind in diesem Abschnitt 120 Punkte zu erreichen.

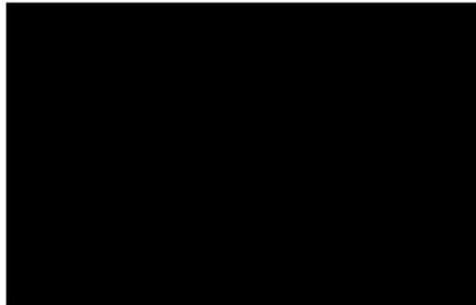
Die Gesamtpunktzahl des MWQ beträgt 250 Punkte. Die erreichte Punktzahl dividiert durch 250 ergibt den MWQ-Wert in %.

100% steht dann für ein exzellentes Ergebnis, 0% für ein sehr schlechtes Ergebnis.

IV - Patienteneinverständniserklärung:

PATIENTENEINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Studie zur Untersuchung des Outcomes von Patienten mit distaler Radiusfraktur mit und ohne Begleitverletzungen



Ich bin über die Art, Bedeutung und Ziel dieser klinischen Studie aufgeklärt worden, habe die Patienteninformation vollständig gelesen und verstanden und hatte genügend Zeit für meine Entscheidung.

Ich wurde darüber informiert, dass im Rahmen der Studie, an der ich teilnehmen werde, die Dokumentation des Krankheitsverlaufes in meiner vom Arzt geführten Krankenakte festgehalten wird und dass diese Akte als Grundlage für die Erhebung von wissenschaftlichen Daten in der Studiendokumentation dient. Weiter wurde ich darüber informiert, dass alle Daten **ausschließlich pseudonymisiert** gespeichert werden.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Krankheits- und Behandlungsdaten in pseudonymisierter Form aufgezeichnet und zur wissenschaftlichen Auswertung verwendet werden. Veröffentlichungen, die auf den Daten dieser Untersuchung basieren, werden keine Informationen enthalten, die eine Identifizierung des einzelnen Patienten ermöglicht.

Ich bin darauf hingewiesen worden, dass alle Daten der ärztlichen Schweigepflicht unterliegen und bin mit der Erhebung und Verwendung persönlicher Daten und Befunddaten nach Maßgabe der Patienteninformation einverstanden.



Ich bin damit einverstanden im Rahmen der Studie postalisch, telefonisch oder per e-mail, auch zu einem späteren Zeitpunkt kontaktiert zu werden.

Hiermit gebe ich mein Einverständnis für die Teilnahme an dieser Untersuchung, unter dem Vorbehalt, jederzeit – auch ohne Angabe von Gründen – zurücktreten zu können.

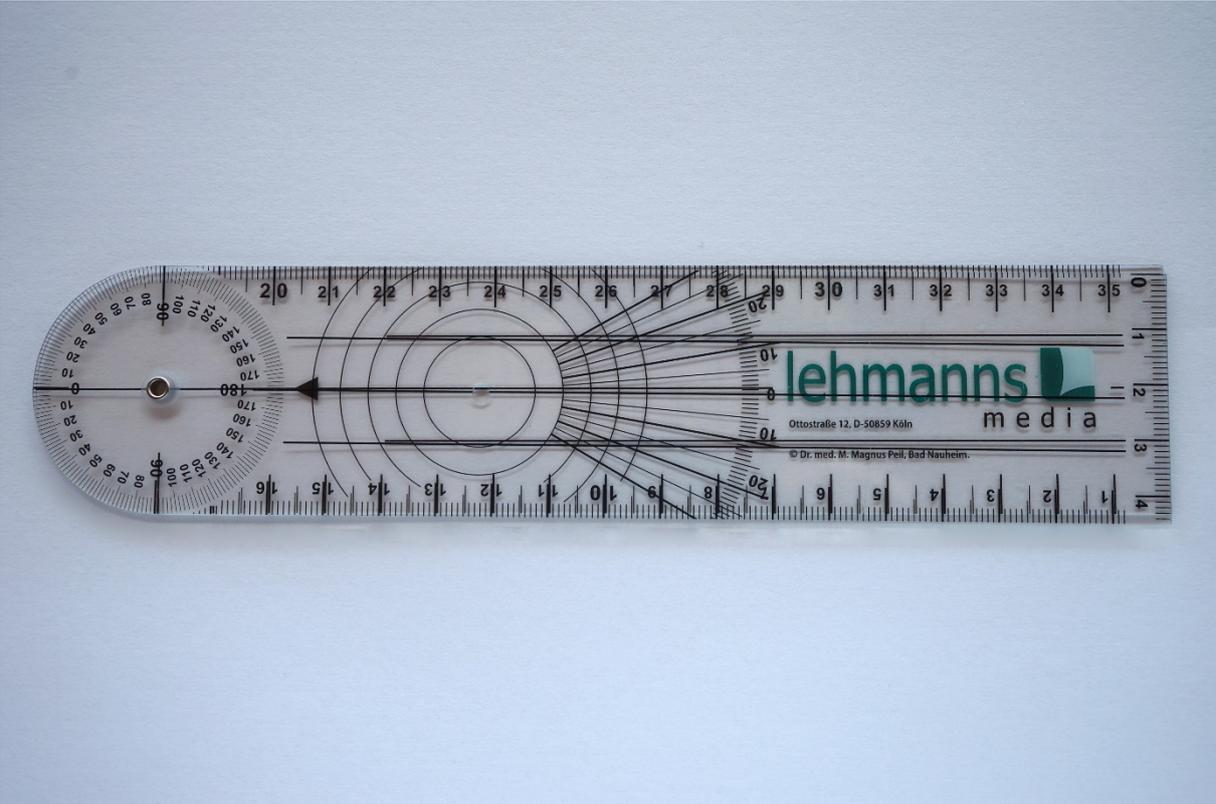
Eine Kopie der Patienteninformation und -Einverständniserklärung ist mir ausgehändigt worden.



Ort, Datum, Unterschrift und Stempel
des aufklärenden Arztes

Ort, Datum, Unterschrift des
Patienten

V - Goniometer:



VI - Maßband:



VII - Dynamometer:



DANKSAGUNG

Ganz herzlich möchte ich mich bei meiner Doktormutter PD Dr. med. Helen Abel bedanken. Vielen Dank, nicht nur für das Anvertrauen des Themas, sondern auch für die geduldige und engagierte Betreuung dieser Arbeit. Zudem möchte ich mich bedanken für die Vorbildfunktion, welche sie für mich darstellt.

Des Weiteren gebührt mein Dank meiner Mentorin Frau Dr. med. Francesca von Matthey für Ihre universelle Unterstützung zur Bewältigung dieser Arbeit.

Zudem möchte ich mich bei Dr. med. Stephan Deiler bedanken für seine Gelassenheit und das Teilen seines handchirurgischen Sprechstundenzimmers während meiner Nachuntersuchungen und vor allem das Interesse an den zur Nachuntersuchung gekommenen Patienten.

Allen Patienten danke ich für ihr Mitwirken an dieser Studie und die vielen Dinge, welche ich durch sie lernen konnte.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen anderen, die mich bei der Durchführung und Ausarbeitung dieser Arbeit unterstützend und motivierend begleitet haben, insbesondere bei meinen Eltern Elfriede und Erhard Schmid.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Promotionsprüfung vorgelegte Arbeit mit dem Titel: **„Funktionelles Outcome nach arthroskopisch unterstützter Versorgung bei distalen Radiusfrakturen mit Begleitverletzungen“** am Lehrstuhl für Orthopädie und Unfallchirurgie des Klinikums rechts der Isar unter der Anleitung und Betreuung durch PD Dr. med. Helen Abel ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäß § 6 Abs. 6 und 7 Satz 2 angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe keine Organisation eingeschaltet, die gegen Entgelt Betreuerinnen und Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt. Ich habe die Dissertation in dieser oder ähnlicher Form in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt. Ich habe den angestrebten Doktorgrad noch nicht erworben und ich bin nicht in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert. Die öffentlich zugängliche Promotionsordnung der TUM ist mir bekannt, insbesondere habe ich die Bedeutung von § 28 (Nichtigkeit der Promotion) und § 29 (Entzug des Doktorgrades) zur Kenntnis genommen. Ich bin mir den Konsequenzen einer falschen eidesstattlichen Erklärung bewusst.

Mit der Aufnahme meiner personenbezogenen Daten in die Alumni-Datei bei der TUM bin ich einverstanden.

München, den _____

Unterschrift