

AUS DER ABTEILUNG
FÜR UNFALLCHIRURGIE
PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

RETROSPEKTIVE STUDIE ZUR UNTERSUCHUNG DES
LANGZEITERGEBNISSES NACH OPERATIV VERSORGTER DISTALER
RADIUSFRAKTUR

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Eva Tahedl

2015

AUS DER ABTEILUNG
FÜR UNFALLCHIRURGIE
PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

RETROSPEKTIVE STUDIE ZUR UNTERSUCHUNG DES
LANGZEITERGEBNISSES NACH OPERATIV VERSORGTER DISTALER
RADIUSFRAKTUR

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Eva Tahedl

2015

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

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Michael Nerlich

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Andreas Schreyer

Tag der mündlichen Prüfung: 05. Mai 2015

Für meine liebe Familie & für meine Freunde

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Theoretische Grundlagen	2
2.1. Epidemiologie der distalen Radiusfraktur.....	2
2.1.1. Inzidenz.....	2
2.1.2. Verteilung nach Alter, Geschlecht und zirkadianer/-annualer Rhythmik³	
2.1.3. Risikofaktoren.....	3
2.2. Strukturelle und funktionelle Anatomie der distalen Radiusfraktur.....	4
2.2.1. Knöcherne Strukturen und Gelenke.....	4
2.2.2. Bewegungsumfang.....	7
2.2.3. 3-Säulen-Konzept nach Rikli und Regazzoni.....	8
2.2.4. Muskeln.....	9
2.2.5. Bänder.....	10
2.2.6. Leitungsbahnen.....	11
2.3. Ätiologie der distalen Radiusfraktur.....	12
2.3.1. Pathomechanismus.....	12
2.3.2. Begleitverletzungen.....	14
2.3.2.1. Knöcherner Abriss des Processus styloideus ulnae.....	14
2.3.2.2. Verletzungen der intrinsischen Karpalbänder.....	14
2.3.2.3. Verletzungen des Discus triangularis.....	16
2.3.2.4. Frakturen des Os scaphoideum.....	17
2.3.2.5. Instabilität des distalen Radioulnargelenks.....	18
2.3.2.6. Nervenverletzungen.....	18
2.3.2.7. Kompartmentsyndrom.....	20
2.3.2.8. Sehnenläsionen.....	20
2.3.2.9. Complex Regional Pain Syndrom (CRPS) / Morbus Sudeck.....	21
2.4. Klassifikation der distalen Radiusfraktur.....	22
2.4.1. Historische Einteilung.....	22
2.4.2. Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen.....	23
2.4.3. Klassifikation nach Frykman.....	25
2.4.4. Klassifikation nach Fernandez	26
2.4.5. Klassifikation nach Pechlaner.....	27
2.5. Diagnostik der distalen Radiusfraktur.....	28
2.6. Therapie der distalen Radiusfraktur.....	29
2.6.1. Konservative Therapie.....	31
2.6.1.1. Prinzipien der konservativen Therapie.....	31

2.6.1.2.	Konzept der konservativen Therapie in Regensburg.....	34
2.6.2.	Operative Therapie.....	35
2.6.2.1.	Kirschnerdrahtosteosynthese.....	36
2.6.2.2.	Schraubenosteosynthese.....	39
2.6.2.3.	Fixateur externe.....	39
2.6.2.4.	Intramedulläre Osteosynthese.....	43
2.6.2.5.	Konventionelle Plattenosteosynthese.....	44
2.6.2.5.1.	Dorsale Plattenosteosynthese.....	44
2.6.2.5.2.	Palmare Plattenosteosynthese.....	46
2.6.2.6.	Winkelstabile Plattenosteosynthese.....	48
2.6.2.7.	Kombination aus oben genannten Verfahren.....	49
2.7.	Komplikationen.....	50
2.7.1.	Intraoperative Komplikationen.....	50
2.7.2.	Komplikationen durch das Material.....	51
2.7.3.	Ausheilung in Achsabweichung.....	51
2.7.4.	Spätposttraumatisches Karpaltunnelsyndrom.....	53
2.7.5.	Posttraumatische Arthrose.....	53
3.	Patienten und Methodik.....	54
3.1.	Patienten.....	54
3.1.1.	Patientenkollektiv.....	54
3.1.2.	Gruppen.....	56
3.1.2.1.	Einteilung nach Alter.....	56
3.1.2.2.	Einteilung nach Therapieverfahren.....	57
3.1.2.3.	Einteilung nach Frakturart nach AO-Klassifikation.....	57
3.2.	Methodik.....	57
3.2.1.	Studiendesign.....	57
3.2.2.	Einschlusskriterien.....	57
3.2.3.	Ausschlusskriterien.....	58
3.2.4.	Aufklärung und Einverständniserklärung, Ethikvotum.....	58
3.2.5.	Implantate.....	58
3.2.6.	Zeitlicher Verlauf der Studie.....	59
3.2.7.	Scores.....	61
3.2.7.1.	DASH-Score.....	61
3.2.7.2.	Cooney and Bussey Score.....	62
3.2.7.3.	Mayo Wrist Score.....	63
3.2.8.	Statistische Methoden.....	63

4. Ergebnisse	63
4.1. Patientenkollektiv	64
4.1.1. Geschlecht	64
4.1.2. Alter	65
4.1.3. Gruppen	65
4.1.4. Ergebnisse des Interviews	71
4.1.4.1. Händigkeit vorher/nachher und betroffene Gliedmaße	71
4.1.4.2. Schmerzverhalten	71
4.1.4.3. Zusätzliche operative Maßnahmen	72
4.1.4.4. Postoperativer Verlauf	72
4.1.5. Ergebnisse der klinischen Untersuchung	72
4.1.5.1. Bewegungsumfang	72
4.1.5.2. Kraftmessung	75
4.1.5.3. Sensibilität	75
4.1.5.4. Besonderheiten	76
4.1.6. Ergebnisse der Scores	76
4.1.6.1. Ergebnisse des DASH-Scores	76
4.1.6.2. Ergebnisse des Cooney and Bussey Scores	77
4.1.6.3. Ergebnisse des Mayo Wrist Scores	77
4.1.7. Subjektives Outcome und Frakturart/Alter/Therapieverfahren	78
4.1.7.1. Stärke der Schmerzen und Frakturart	79
4.1.7.2. DASH und Frakturart	80
4.1.7.3. Stärke der Schmerzen und Alter	80
4.1.7.4. DASH und Alter	81
4.1.7.5. Stärke der Schmerzen und Therapieverfahren	82
4.1.7.6. DASH und Therapieverfahren	83
4.1.8. Objektives Outcome und Frakturart/Alter/Therapieverfahren	84
4.1.8.1. ROM und Frakturart	84
4.1.8.2. Grip/Pinch und Frakturart	87
4.1.8.3. ROM und Therapieverfahren	89
4.1.8.4. Grip/Pinch und Therapieverfahren	92
4.1.8.5. ROM und Alter	94
4.1.8.6. Grip/Pinch und Alter	97
5. Diskussion	99
5.1. Studiendesign	99
5.2. Methode	100

5.2.1. Patienten.....	100
5.2.2. Datenerfassung.....	100
5.3. Scores.....	100
5.3.1. DASH-Score.....	101
5.3.2. Cooney and Bussey Score	101
5.3.3. Mayo Wrist Score	101
5.4. Bewegungsausmaße.....	101
5.5. Auswertung der Röntgenbilder.....	102
5.6. Diskussion der Ergebnisse.....	102
5.6.1. Ergebnisse des Interviews und der Untersuchung.....	102
5.6.2. Diskussion der aufgestellten Hypothesen	109
5.6.2.1. Stärke der Schmerzen und Frakturart	110
5.6.2.2. DASH und Frakturart.....	111
5.6.2.3. Stärke der Schmerzen und Alter	111
5.6.2.4. DASH und Alter.....	112
5.6.2.5. Stärke der Schmerzen und Therapieverfahren	113
5.6.2.6. DASH und Therapieverfahren.....	114
5.6.2.7. ROM und Frakturart.....	115
5.6.2.8. Grip/Pinch und Frakturart.....	116
5.6.2.9. ROM und Therapieverfahren.....	117
5.6.2.10. Grip/Pinch und Therapieverfahren.....	119
5.6.2.11. ROM und Alter.....	120
5.6.2.12. Grip/Pinch und Alter.....	121
6. Zusammenfassung.....	122
7. Anhang.....	125
7.1. Abbildungsverzeichnis.....	125
7.2. Tabellenverzeichnis.....	126
7.3. Literaturverzeichnis.....	126
7.4. Ethikantrag.....	131
7.5. Anschreiben.....	144
7.6. Einverständniserklärung und Aufklärung	145
7.7. Befragungs- und Untersuchungsbogen	147
7.8. DASH-Score.....	150
7.9. Mayo Wrist Score	154
7.10. Cooney and Bussey Score	155
7.11. Erklärung zur Dissertation.....	157

7.12.	<i>Lebenslauf.....</i>	<i>158</i>
7.13.	<i>Danksagung.....</i>	<i>159</i>

1. Einleitung

Vielen Statistiken zufolge handelt es sich bei der distalen Radiusfraktur um die häufigste Skelettverletzung der oberen Extremität des Menschen. Seit sie Colles (1814) und Dupuytren (1834) in ihren Publikationen eingängig beschrieben hatten, wurde die Problematik hinsichtlich ihrer Behandlung und den Heilungsergebnissen kontrovers diskutiert.^{1,2}

Schäfer prägte 1921 den Ausdruck „Crux medicorum“ für die distale Radiusfraktur. Dieser weist sowohl auf die damalige Einschätzung hin, hat aber auch heute noch eine gewisse Bedeutung, betrachtet man die unterschiedlichen operativen wie nicht-operativen Therapiekonzepte, mit denen den Frakturen auch heutzutage begegnet wird.¹

Zunächst erfolgte die Versorgung einer distalen Radiusfraktur ausschließlich konservativ. Dies änderte sich Anfang der 1990er Jahre, als mehr und mehr die anatomische Rekonstruktion als Ziel der Therapie gefordert wurde.^{3,4} Da eine konservative Versorgung dies nicht immer erfüllen konnte⁵⁻⁷, kamen zunehmend operative Verfahren zum Einsatz.^{8,9}

Hinsichtlich der operativen Therapie sind Bohrdraht-Osteosynthesen, Schrauben-Osteosynthesen, Platten-Osteosynthesen, Fixateur externe sowie unterschiedliche Kombinationen dieser Verfahren beschrieben. Trotz einer Vielzahl publizierter Therapiestudien, die in der Regel durch kurze Nachbeobachtungszeiträume gekennzeichnet sind, konnte bislang keine Überlegenheit eines Therapiekonzeptes gefunden werden.^{6,7,10} Daten zu Langzeitergebnissen nach operativer Therapie bei distalen Radiusfrakturen finden sich in der Literatur kaum. Obwohl es also an evidenzbasierten Grundlagen fehlt, zeigt sich in letzter Zeit mit der Einführung von winkelstabilen Implantaten ein zunehmender Trend in Richtung Versorgung mittels Plattenosteosynthese.¹¹⁻¹³

In dieser Studie sollten die klinischen Langzeitergebnisse von Patienten, die im Zeitraum von 1994 bis 2004 am Klinikum der Universität Regensburg aufgrund einer distalen Radiusfraktur operativ versorgt wurden, untersucht werden. Dazu wurden die Patienten kontaktiert und zu einer klinischen Untersuchung eingeladen. Im Rahmen dieser klinischen Untersuchung stellten der Bewegungsumfang und die Kraft die wesentlichen objektiven Parameter und das Schmerzverhalten sowie der DASH-Score (Disability of the Arm, Shoulder and Hand) die wesentlichen subjektiven Parameter dar.

Es wurde auf diese Weise untersucht, ob eine Abhängigkeit zwischen subjektivem bzw. objektivem Outcome und der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation, dem gewählten operativen Therapieverfahren und dem Alter des Patienten besteht. So sollte eine Grundlage für ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Patient, Verletzungsschwere, Therapieform und Langzeitergebnis geschaffen werden.

2. Theoretische Grundlagen

2.1. Epidemiologie der distalen Radiusfraktur

2.1.1. Inzidenz

Mit 10 – 25% ist die distale Radiusfraktur die häufigste Fraktur des menschlichen Skeletts. Die Inzidenz beträgt zwei bis drei pro 1.000 Einwohner pro Jahr, wobei sich eine steigende Tendenz zeigt, da sich die Altersstruktur mit zunehmender Lebenserwartung in den westlichen Industrienationen verändert.^{11,14} In Deutschland ereignen sich ca. 200.000 distale Radiusfrakturen pro Jahr¹⁵. Dabei handelt es sich bei jedem 15. Knochenbruch um eine distale Radiusfraktur bei einem über 65-Jährigen.¹⁶

Betrachtet man getrennt das weibliche und männliche Geschlecht, so zeigt sich eine Inzidenz für Frauen von 37 pro 10.000 Einwohner pro Jahr und eine Inzidenz für Männer von 9 pro 10.000 Einwohner pro Jahr im Alter von über 35 Jahren, was einem Verhältnis zwischen Frauen und Männern von etwas mehr als 4:1 entspricht. Laut einer Studie von Alffram et al. soll dieses Verhältnis zwischen weiblichem und männlichem Geschlecht ab dem 60. Lebensjahr sogar auf über 7:1 ansteigen.¹⁷

Wie bereits erwähnt erhöht sich das Risiko, eine distale Radiusfraktur zu erleiden, mit steigendem Alter. So zeigt sich ab einem Alter von 85 Jahren eine jährliche Inzidenz bei Frauen von 120 pro 10.000 Einwohner, bei Männern von 28-33 pro 10.000 Einwohner.¹⁸

Momentan liegt das Risiko einer Frau, sich während ihres Lebens eine Fraktur des distalen Radius zuzuziehen, bei 15%, das eines Mannes bei 2%.⁷

2.1.2. Verteilung nach Alter, Geschlecht und zirkadianer/-annualer Rhythmik

Betrachtet man die Verteilung nach Alter und Geschlecht, fallen zunächst zwei geschlechtsspezifische Häufigkeitsgipfel auf. Dies zeigt die KORA Frakturstudie Augsburg. Bei Frauen findet sich hiernach ein Häufigkeitsgipfel im Alter zwischen 65 und 74 Jahren, wobei v.a. Stürze im Rahmen von Niedrigenergie Traumen bei kardiovaskulären und Stoffwechselerkrankungen (wie z.B. Diabetes mellitus) dafür verantwortlich sind.^{16,18-20} Bei Männern liegt die höchste frakturspezifische Inzidenzrate im Alter von 15 bis 24 Jahren.¹⁹ Als häufigste Ursachen dafür werden Rasanz in Sport und Verkehr sowie das Hantieren mit Werkzeugen und Maschinen in Arbeit und Beruf genannt.^{14,18,21}

Des Weiteren stellt sich neben Inzidenz, Alters- und Geschlechtsverteilung auch die Frage nach einer zirkadianen bzw. zirkannualen Verteilung der Unfälle. Nach Reinberg zeigen sich bei beiden Verteilungen zwei Gipfel. Betrachtet man die zirkadiane Verteilung, so fallen zwei Maxima zwischen 10 und 11 Uhr morgens sowie zwischen 16 und 17 Uhr abends auf. In Hinblick auf die zirkannuale Verteilung zeigen sich Gipfel im Frühjahr (März, Mai) und im Herbst (November, Dezember). Untersuchungen dieser Art ergeben, dass biologische und soziologische Rhythmen, beeinflusst durch äußere Zeitgeber, Einfluss auf das Unfallgeschehen haben. Die Tatsache, dass die soziale Aktivität im Laufe des Nachmittags zunimmt, wohingegen Konzentration und Psychomotorik ihr Maximum noch nicht erreicht haben, wird als Erklärung für diese Verteilung angegeben.

2.1.3. Risikofaktoren

Das Risiko, eine distale Radiusfraktur zu erleiden, wird durch direkte prädisponierende Faktoren gesteigert.

Darunter kommt der Osteoporose eine große Bedeutung zu. In Deutschland wird die Zahl der an Osteoporose erkrankten Menschen auf vier bis sieben Millionen geschätzt.²² Thompson et al. zeigen in einer Multicenterstudie von sieben Krankenanstalten, dass dreimal so viele Frauen als Männer von der Erkrankung betroffen sind. Dabei ließ sich ein Anstieg der Inzidenz der distalen Radiusfrakturen von prämenopausal zehn pro 10.000 Frauen auf postmenopausal 33 pro 10.000 Frauen beobachten.²¹ Manche Autoren bezeichnen dies als die „postmenopausale

High-turnover-Osteoporose“.¹⁴ So konnte eine verminderte Knochendichte als Risikofaktor für die Entstehung einer distalen Radiusfraktur beschrieben werden. Lester et al. definierten in einer 5-Jahres-Beobachtungsstudie eine Knochendichte von 235 mg/cm² als Risikowert, eine Radiusfraktur zu erleiden.¹⁶

Nicht außer Acht gelassen werden darf des Weiteren das Vorhandensein einer relativen arthrosebedingten Gelenksteifigkeit und einer hypotrophen Muskulatur. Dies ist der Grund dafür, weshalb das Sturztrauma in vielen Fällen nicht genügend abgefedert wird und dieses somit in größerem Ausmaß auf den fragilen Knochen einwirken kann.

Auch indirekte prädisponierende Faktoren erhöhen das Risiko zu stürzen und eine distale Radiusfraktur zu erleiden. Dazu zählen u.a. kardiovaskuläre Erkrankungen oder Stoffwechselerkrankungen, wie z.B. Diabetes mellitus,¹⁶ das Alter, Körpergröße und –gewicht, sowie körperliche Aktivität.²³

2.2. Strukturelle und funktionelle Anatomie der distalen Radiusfraktur

2.2.1. Knöcherne Strukturen und Gelenke

Dieser Abschnitt beschränkt sich auf einen Überblick über distalen Radius, distale Ulna und Handwurzelknochen.

Abbildung 1: knöcherne Strukturen des Handgelenks und der Handwurzel



1. distaler Radius
2. distale Ulna
3. Processus styloideus radii
4. Processus styloideus ulnae
5. Os scaphoideum
6. Os lunatum
7. Os triquetrum
8. Os pisiforme
9. Os trapezium
10. Os trapezoideum
11. Os capitatum
12. Os hamatum

Bei den paarig angelegten Unterarmknochen unterscheidet man zwischen dem lateral gelegenen kürzeren Radius und der medial gelegenen längeren Ulna.

Der Radius besteht aus einem proximalen Bereich, dem Schaft und aus einem distalen Bereich, welcher radial im Processus styloideus radii endet. Das distale Ende des Radius ist in der Frontalebene zum Schaft um ca. 20° nach ulnar geneigt. Dabei handelt es sich um den frontalen Gelenkwinkel. Darüber hinaus besteht in der Sagittalebene ein seitlicher Gelenkwinkel von ca. 10 - 20° nach palmar.²⁴

An der palmaren Seite des Radius befindet sich eine Vertiefung für den M. pronator quadratus. Die Beugesehnen verlaufen über eine Knochenleiste, welche diese Vertiefung nach distal hin begrenzt. Die genannte Leiste liegt proximal der Gelenklinie und wird auch „Watershed-Line“ genannt. Diese dient als Wegweiser bei der Versorgung mittels palmarer Plattenosteosynthese, worauf später noch genauer eingegangen werden soll.²⁵

Radius und Ulna werden über das proximale Radioulnargelenk (PRUG), ein Zapfengelenk, das distale Radioulnargelenk (DRUG), ein Radgelenk, sowie über die Membrana interossea miteinander verbunden. Diese beginnt ca. 6 cm distal des Caput radii und verläuft bis zum distalen Radioulnargelenk. So wird eine Parallelverschiebung der beiden Radioulnargelenke verhindert und Drehbewegungen des Unterarms in Pronation und Supination ermöglicht.²⁶

Das distale Radioulnargelenk besitzt einen Freiheitsgrad und führt Rotationsbewegungen um die Längsachse²⁴ durch, indem der Radius um eine Achse rotiert, die weder parallel zur Ulna noch zum Radius selbst verläuft, sondern proximal durch den Radiuskopf, zentral durch die Membrana interossea und distal durch den Ulnakopf geht.²⁷ Bei der Drehung des Unterarms kommt es neben dieser Hauptbewegungsachse zusätzlich zu einer Translationsbewegung. Dabei bewegt sich der Radius während der Supination in distodorsale Richtung und bei der Pronation in proximopalmare Richtung.²⁷ Das distale Radioulnargelenk wird von der Incisura ulnaris radii und der Circumferentia articularis ulnae als korrespondierende Gelenkflächen sowie dem ulnokarpalen Bandkomplex gebildet.²⁷

Dieser Komplex, oft auch als Discus ulnocarpalis oder triangulärer fibrocartilaginärer Komplex (TFCC) bezeichnet, besteht aus dem Ligamentum collaterale carpi ulnare, Discus triangularis, dem Ulna-Karpal-Meniskus, dem Ulnae-Lunatum-Ligament und dem M. extensor carpi ulnaris. Der Discus triangularis verläuft vom Rand der Incisura ulnaris radii zum Processus styloideus ulnae. Der Meniskus zwischen Ulna und Karpus entspringt an der gleichen Stelle wie der Discus triangularis und zieht zum Os

triquetrum.²⁸ Dabei handelt es sich wie auch bei anderen Menisci- und Disciflächen um ein adaptierendes und druckübertragendes Gebilde.²⁴ Des Weiteren fungiert der gesamte Komplex als Stabilisator des DRUG. Er setzt an der ulnaren Kante des distalen Radius als dreieckige Platte an und spannt sich bis zur Basis des Processus styloideus ulnae auf.²⁷

Der Karpus besteht aus acht Handwurzelknochen, die in zwei Reihen zu je vier Knochen angeordnet sind. Die proximale Handwurzelreihe besteht von radial nach ulnar aus Os scaphoideum, Os lunatum, Os triquetrum und Os pisiforme. Die distale Handwurzelreihe wird von radial nach ulnar von Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum und Os hamatum gebildet. Über verschiedene Facetten wird die Artikulation zwischen den einzelnen Handwurzelknochen ermöglicht. Zusammen bilden beide Reihen der Handwurzelknochen ein nach proximal konvexes, sowie nach distal und palmar konkaves Gebilde.

Das distale Handwurzelgelenk, *Articulatio mediocarpalis* oder *Mediokarpalgelenk* genannt, wird von der proximalen und der distalen Reihe der Handwurzelknochen gebildet und besitzt einen „S“-förmigen Gelenkspalt. Hierbei handelt es sich um ein verzahntes Scharniergelenk. Die Knochen der proximalen Handwurzelreihe verfügen über eine gewisse Beweglichkeit untereinander, wohingegen dies bei der distalen Handwurzelreihe nicht gegeben ist. Diese sind untereinander und mit den Metakarpalknochen über straffe Bänder verbunden und bilden auf diese Weise eine funktionelle Einheit mit den Metakarpalknochen.^{26,29}

Unterarmknochen und Handwurzelknochen artikulieren über eine Gelenkfläche, die auf Seiten des Unterarms zu drei Viertel vom Radius und zu einem Viertel vom ulnokarpalen Komplex gebildet wird.³⁰ Dabei handelt es sich um eine pfannenartige Gelenkfläche, die mit den Handwurzelknochen über das proximale Handwurzelgelenk, ein Eigelenk, auch *Articulatio radiocarpalis* genannt, artikuliert.^{26,29} Der Radius stellt also als wesentliches Element des Handgelenkes die tragende Gelenkfläche dar. Diese wird gebildet durch zwei einzelne konkave Gelenkflächen, die *Fossa scaphoidea*, die mit dem Os scaphoideum artikuliert, und die *Fossa lunata*, welche mit dem Os lunatum artikuliert. Die *Fossa scaphoidea* besitzt eine dreieckige Form. Die Spitze dieses Dreiecks bildet den *Processus styloideus radii*. Die *Fossa lunata* wird von der *Fossa scaphoidea* durch eine dorsopalmar gelegene *Crista* getrennt. Beide *Fossae* sind konkav in anterior/posteriorer und radial/ulnarer Ebene.³¹ ²⁰ Erst bei der Ulnarabduktion kommt

es zu einem engen Kontakt zwischen Os triquetrum und Discus, wohingegen dieser Kontakt bei Radialabduktion wieder verloren wird.²⁶

Auf gleicher Höhe wie der Ulnakopf mit einer Varianz von 2 mm befindet sich die lunäre Facette des Radius. Darüber hinaus gehende Abweichungen werden als Minus- oder Plusvariante des Ulnakopfes bezeichnet. Bestehen anlagebedingte Veränderungen oder beispielsweise posttraumatische Veränderungen mit Plus- oder Minusvariante des Ulnakopfes, kommt es zu einem sog. ulnaren Impingement und in der Folge zu einer Inkongruenz des distalen Radioulnargelenks.

2.2.2. Bewegungsumfang

Zur Beurteilung des Bewegungsumfangs werden alle Bewegungsgrade durch die sog. Neutral-Null-Methode aus der Neutral-Null-Stellung gemessen. Betrachtet man das Handgelenk, so meint die Neutral-Null-Stellung eine Position zwischen Pro- und Supination mit nach vorne gerichtetem Daumen.

Beide Handwurzelgelenke haben jeweils Freiheitsgrade für Ab- und Adduktion, sowie für Flexion und Extension.²⁴

Bei der Radialabduktion kippt das Os scaphoideum nach palmar und ist durch die Haut hindurch tastbar. Dieses Umkippen erlaubt, dass sich Os trapezium und Os trapezoideum an den Radius annähern.²⁶ Es ist eine Radialabduktion von bis zu 25° möglich, von denen 15° auf das proximale und 10° auf das distale Handwurzelgelenk entfallen.²⁴ Bei der Ulnarabduktion erfolgt eine Verschiebung bzw. ein Umkippen der proximalen Handwurzelreihe nach dorsal.²⁶ Eine Ulnarabduktion von 20° im proximalen und von 25° im distalen Handwurzelgelenk ergibt insgesamt eine mögliche Ulnarabduktion von 45°. ²⁴ Zusätzlich ist zu erwähnen, dass eine Abduktion nach jeder Seite in etwa gleich weit möglich ist, geht man von der Mittelstellung aus. Diese ist nicht mit der Normalstellung zu verwechseln und entspricht einer ulnaren Abduktionsstellung von 12°. Im Gegensatz dazu meint die Normalstellung diejenige Stellung, bei der die Längsachse des dritten Fingers über Os capitatum eine Gerade mit der Längsachse des Unterarmes bildet.²⁶

Bei der Extension sollen Werte zwischen 40° und 60° und bei der Flexion Werte zwischen 60° und 80° erreicht werden.

Zusammen mit dem proximalen Radioulnargelenk ist das distale Radioulnargelenk an der Unterarmdrehbewegung beteiligt. Aus der Neutral-Null-Stellung ist es möglich, eine Bewegung von bis zu 90° für die Pro- und Supination zu erzielen. Dabei wird die

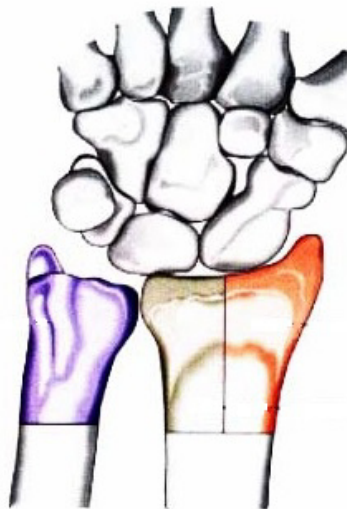
Messung der Pro- und Supination bei um 90° abgewinkelten Ellenbogen durchgeführt, da sonst die Drehbewegung im Schultergelenk in die Messung mit eingehen würde.³²

2.2.3. 3-Säulen-Konzept nach Rikli und Regazzoni

Laut biomechanischen Untersuchungen, bei denen die Kraftübertragung vom Handgelenk auf den Unterarm analysiert wurde, kann der distale Unterarm in drei Säulen eingeteilt werden:

- ❖ ulnare Säule: distale Ulna mit triangulärem fibrocartilaginärem Komplex (TFCC)
- ❖ intermediäre Säule: ulnarer Anteil des Radius mit Fossa lunata und Facies articularis ulnae
- ❖ radiale Säule: Processus styloideus radii, Fossa scaphoidea

Abbildung 2: 3-Säulen-Konzept nach Rikli und Regazzoni (20)



Dieses sog. 3-Säulen-Modell nach Rikli und Regazzoni²⁰ gibt dem Operateur eine kleine Orientierungshilfe dabei, Schrauben und Platten, v.a. bei dorsal dislozierten intraartikulären Mehrfragmentfrakturen mit dorsoulnaren Kantenfragmenten, richtig zu platzieren.³³

Jede einzelne Säule übernimmt dabei eine spezifische Aufgabe. Die radiale Säule dient der Stabilisierung des Karpus, die Übertragung der Kraft erfolgt über die intermediäre Säule und die ulnare Säule übernimmt bei genannten Funktionen den Hauptanteil.

So ließen diese biomechanischen Untersuchungen den Schluss zu, dass bis zu 75% der Kraft über die ulnare Säule übertragen wird. Auch über die intermediäre Säule wird ein hohes Maß an Kraft übertragen, wohingegen nur ein geringer Kraftfluss über die radiale Säule erfolgt. Bei Radial- und Ulnarabduktion kommt es zu einer Verschiebung des Kraftflusses in der Sagittalebene, wohingegen der Kraftfluss durch die Muskulatur bei Extension und Flexion in der Frontalebene zentriert wird.³⁴

2.2.4. Muskeln

An jeder Bewegung in den verschiedenen Gelenken sind zahlreiche Muskeln beteiligt. Für die Pronation verantwortlich sind der M. pronator quadratus, der M. pronator teres, der M. flexor carpi radialis, der M. brachioradialis, der M. palmaris longus und der M. extensor carpi radialis longus bei gebeugtem Arm.

Bei der Supination wirken der M. supinator, der M. biceps brachii, der M. abductor pollicis longus, der M. extensor pollicis longus und der M. brachioradialis mit.

Bei der Radialabduktion sind der M. extensor carpi radialis longus, der M. abductor pollicis longus, der M. extensor pollicis longus, der M. flexor carpi radialis und der M. flexor pollicis longus beteiligt.

Der M. extensor carpi ulnaris, der M. flexor carpi ulnaris, der M. extensor digitorum und der M. extensor digiti minimi sind für die Ulnarabduktion verantwortlich.

Die Flexion des Handgelenks wird von den Mm. flexores carpi radialis und ulnaris, vom M. flexor pollicis longus, vom M. abductor pollicis longus und von den Mm. flexores digitorum superficialis et profundus durchgeführt.

Die für die Extension verantwortlichen Muskeln befinden sich auf der Dorsalseite des Unterarms. Sie werden vom Retinaculum musculorum extensorum umspannt und sechs Fächern zugeteilt:

- ❖ Erstes Fach: M. abductor pollicis longus, M. extensor pollicis brevis
- ❖ Zweites Fach: M. extensor carpi radialis longus, M. extensor carpi radialis brevis
- ❖ Drittes Fach: M. extensor pollicis longus
- ❖ Viertes Fach: M. extensor digitorum, M. extensor indicis
- ❖ Fünftes Fach: M. extensor digiti minimi
- ❖ Sechstes Fach: M. extensor carpi ulnaris^{26,29}

2.2.5. Bänder

Eine mögliche Einteilung der Bänder des Handgelenkes unterscheidet zwischen intrinsischen (artikulären) und extrinsischen (extra-artikulären) Bändern. Die einzelnen Karpalknochen werden untereinander über die intrinsischen, Radius, Karpus und Metakarpus über die extrinsischen Bänder verbunden.²⁴

Bei den intrinsischen Bändern kann man vier Gruppen unterscheiden:

- ❖ interossäre Bänder: sie umfassen starre Bänder der distalen Reihe, die eine Haltefunktion übernehmen, sowie lockerere Bänder der proximalen Reihe, welche mehr Freiheitsgrade ermöglichen und der Stabilisierung dienen
- ❖ zwei palmare V-Bänder: dazu zählen das proximale palmare V-Band, welches aus den Bändern zwischen Radius, Os lunatum und Ulnarkomplex gebildet wird, sowie das distale palmare V-Band, welches aus den Bändern zwischen Radius und Os capitatum besteht
- ❖ den Ulnarkomplex, welcher Radius, Ulna, das distale Radioulnargelenk, sowie Os lunatum stabilisiert und eine Kraftübertragung des Karpus auf die Elle ermöglicht
- ❖ zwei dorsale Bänder: dazu zählen ein festeres Band, welches vom Radius über Os triquetrum zum Os pisiforme zieht, sowie ein schwächeres Band, welches sich zwischen Os scaphoideum und Os triquetrum befindet

Eine Verbindung zwischen palmaren und dorsalen intrinsischen Bändern stellt das Os triquetrum dar. Dieses verbindet des Weiteren die intrinsischen mit den extrinsischen Bändern.

Bei den extrinsischen Bändern handelt es sich um das Retinaculum musculorum flexorum und um das Retinaculum musculorum extensorum. Ersteres hat Ansätze am Hamulus ossis hamati und am Tuberculum ossis trapezii und stellt das Dach des Canalis carpi dar, durch den der N. medianus sowie neun Beugesehnen verlaufen. Das Retinaculum musculorum extensorum zieht von der Dorsalseite des Radius zum Os triquetrum. Diese extrinsischen Bänder stellen eine zusätzliche Unterstützung der intrinsischen Bänder in deren Funktion dar.²⁸

2.2.6. Leitungsbahnen

Die Leitungsbahnen des Unterarms verlaufen durch vorbestehende Gefäß-Nerven-Straßen.

Das palmare Gefäß-Nerven-Bündel teilt sich in einen radialen, medialen und ulnaren Bereich.

Die radiale Straße wird durch den M. flexor carpi radialis und den M. brachioradialis gebildet und begrenzt und beherbergt die A. radialis, die Vv. radiales und den R. superficialis des N. radialis. Der R. profundus des N. radialis tritt bereits in der Fossa cubitalis in den M. supinator ein.

Medial davon gelegen verläuft der N. medianus zunächst zwischen den oberflächlichen und tiefen Flexoren und schließlich durch den Karpaltunnel zur Hohlhand, wo es aufgrund dessen Kompression zu einem Karpal-Tunnel-Syndrom kommen kann. In einer tieferen Schicht dieser mittleren Gefäß-Nerven-Straße verlaufen die A. interossea anterior und der N. interosseus anterior, ein Ast des N. medianus, zwischen den tiefen Flexoren und der Membrana interossea.

Auf der ulnaren Seite begrenzen der M. flexor carpi ulnaris sowie der M. flexor digitorum superficialis eine Gefäß-Nerven-Straße, in der die A. ulnaris, die Vv. ulnares und der N. ulnaris verlaufen. Dieses Gefäß-Nerven-Bündel gelangt über die Loge de Guyon zur Hohlhand.

Das dorsale Gefäß-Nerven-Bündel beinhaltet die A. interossea posterior und den R. profundus des N. radialis und endet an der Handwurzel im Nervus cutaneus posterior.²⁶

Die Gefäßversorgung des distalen Radius besteht aus einem epiphysären, metaphysären und diaphysären Anteil. Die palmaren epiphysären Gefäße entstammen zum Teil der A. radialis und münden auf Höhe des Tuberculum Listeri, eine vorspringende Knochenleiste, die sich zwischen der Sehne des M. extensor pollicis longus und der Sehne des M. extensor carpi radialis brevis befindet und die dem M. extensor pollicis longus als Hypomochlion dient³¹, palmarseitig in den Knochen. Dorsale epiphysäre Gefäße versorgen den dorsalen Bereich. Das metaphysäre Gefäßsystem, welches sich aus Muskelästen des M. pronator quadratus und der A. interossea anterior zusammensetzt, übernimmt die Hauptgefäßversorgung des distalen Radius.¹⁸

2.3. Ätiologie der distalen Radiusfraktur

2.3.1. Pathomechanismus

Frakturen des distalen Radius entstehen typischerweise beim Sturz auf die ausgestreckte Hand.³¹

Pechlaner et al. untersuchten im Rahmen einer retrospektiven, offenen, multizentrischen Kohortenstudie u.a. die häufigsten Unfallursachen für eine distale Radiusfraktur. Es dominierte dabei ein allgemeines Sturzgeschehen mit 65,1%. Des Weiteren wurden Sportverletzungen mit 17,4%, Verkehrsunfälle mit 8,9% und Stürze aus großer Höhe mit 7,5% angeführt. Andere Ursachen mit 1,1% waren dabei zu vernachlässigen.²¹ Differenziert man zwischen verschiedenen Altersgruppen, so zeigt sich, dass v.a. bei Frauen im fortgeschrittenen Alter die Stürze im häuslichen Bereich dominieren, wohingegen bei jüngeren Patienten Rasanztraumen und Stürze aus größerer Höhe sowie Arbeitsunfälle im Vordergrund stehen.¹⁴

Es entstehen je nach Stellung der Hand beim Sturz unterschiedlich einwirkende Biegekräfte, woraus wiederum die einzelnen Frakturtypen resultieren.

Insgesamt überwiegt die Extensionsfraktur, eine metaphysäre Biegungsfraktur mit dorsaler Dislokation, auch Colles-Fraktur genannt,³¹ mit ca. 85%¹⁸ der Flexionsfraktur, also einer Verletzung der gebeugten Hand, auch Smith-Fraktur genannt.¹⁴ Folglich sind die Extensionsfrakturen mit einem Verhältnis von etwa 6:1 wesentlich häufiger als die Flexionsfrakturen.³⁵

Betrachtet man die Frakturen eingeteilt nach der AO-Klassifikation, so ereignet sich mit 42,7% am häufigsten eine extraartikuläre Fraktur des distalen Radius (Frakturtyp A). Darunter stellen einfache Frakturformen, die keine dorsale Trümmerzone besitzen (A2), mit 26,6% die Mehrheit dar, gefolgt von Frakturen mit dorsaler Trümmerzone (A3), welche 16,1% ausmachen.²¹ Sehr häufig kommt es auch zu vollständigen Gelenkfrakturen (Frakturtyp C), welche laut Literatur 41% betragen. Bei dieser Frakturart unterscheidet die AO-Klassifikation zwischen einfachen Gelenkfrakturen ohne metaphysärer Trümmerzone (C1), welche 12,7% betragen, Gelenkfrakturen mit metaphysärer Trümmerzone (C2), welche 22,2% ausmachen¹⁸ und Frakturen mit mehrfacher Gelenkbeteiligung (C3), welche 6,1%²¹ betragen. Eher selten sind partielle Gelenkfrakturen durch die dorsale Kante (B2) mit 6,2%, durch die palmare Kante (B3) mit 5,1% oder eben solche in der Sagittalebene mit 5% (B1).¹⁸

Allerdings hat nicht nur die Stellung des Handgelenks beim Auftreffen der einwirkenden Kraft einen Einfluss auf die Ausbildung der verschiedenen Frakturformen und eventueller Begleitverletzungen, sondern auch die Festigkeit bzw. der Bau des Knochens und die Größe der einwirkenden Kraft sind dabei ausschlaggebend.³⁶

In diesem Zusammenhang ist die Osteoporose als wesentlicher Risikofaktor zu nennen, was in einer prospektiven Kohortenstudie von Vogt et al. gezeigt werden konnte. Dabei wurde festgestellt, dass osteoporotische Knochen häufiger zu metaphysären Frakturen des distalen Radius ohne Gelenkbeteiligung (A3) führen.³⁷

Um den Einfluss der einwirkenden Kraft auf die Entstehung der Frakturen darzulegen, sollen an dieser Stelle experimentelle Studien von Frykman angeführt werden. Ihnen zufolge entsteht eine typische Fraktur des distalen Radius bei dorsalflektiertem Handgelenk von 40 – 90°, sobald eine Kraft von durchschnittlich 282 kp (140 – 440 kp) auf das männliche, bzw. 195 kp (105 – 320 kp) auf das weibliche Skelett einwirkt.³⁸

Pechlaner et al. versuchten in einer biomechanischen Untersuchung am Kadavermodell den Pathomechanismus der distalen Radiusfraktur zu simulieren. Es zeigte sich, dass durch Kraffteinwirkung auf ein dorsal hyperflektiertes Handgelenk alle Frakturtypen erzeugt werden konnten. Auf diese Weise wurden bei insgesamt 63 Leichenunterarmen 42 dorsale, 14 zentrale und sieben palmare Frakturen erzeugt. Das Ausmaß, in welchem die Knochen der proximalen Handwurzelreihe gegen die palmare, zentrale oder dorsale Gelenkfläche des Radius gepresst wurden, scheint dabei entscheidend für die Art der Fraktur zu sein.²

Da in Supinationsstellung die Verspannung der radio- und der ulnokarpalen Bänder stärker ausgeprägt ist als in Pronationsstellung, ging Pechlaner davon aus, dass, falls sich die Hand bei einem Sturz in Pronation befindet, die proximale Karpalknochenreihe mobiler ist und es zu einer dorsalen Radiusfraktur kommt. Ereignet sich ein Sturz auf die supinierte Hand, so sind die Handwurzelknochen stabiler und es entstehen zentrale oder palmare Frakturformen.^{2,39}

Auch das bereits genauer beschriebene Drei-Säulen-Modell kann die verschiedenen Erscheinungsformen der distalen Radiusfraktur erklären. Kommt es zu einer Extensionsfraktur, erfolgt eine Dislokation der intermediären Säule nach dorsal und eine Bewegung der radialen Säule nach radial. Wichtige Gelenkimplosionen findet man über der intermediären Säule, da dort viel Kraft übertragen wird. In diesem Bereich zeigen intraartikuläre Frakturen häufig ein palmo- und ein dorso-ulnares

Hauptfragment. Eine Fraktur des Processus styloideus radii tritt folglich in Kombination mit einer artikulären Komponente oder auch isoliert auf. Eine isolierte Fraktur entsteht im Zusammenhang mit einem Abscherbruch oder als knöcherner Bandausriss bei Luxationsverletzungen.⁴⁰

2.3.2. Begleitverletzungen

Distale Radiusfrakturen können isoliert, aber ebenso als Teil einer komplexen Verletzung des gesamten Handgelenks vorkommen. Eine intraartikuläre Trümmerfraktur, große Gewalteinwirkung oder ein längsgerichteter Frakturverlauf in Richtung des Karpus können ein Hinweis auf das Vorhandensein von Begleitverletzungen sein.⁴¹

2.3.2.1. Knöcherner Abriss des Processus styloideus ulnae

Häufig kommt es bei der distalen Radiusfraktur zu einer Mitverletzung der distalen Ulna. Am häufigsten ist der Abriss des Processus styloideus ulnae. Dieser Umstand stellt ein Instabilitätskriterium dar, worauf später detaillierter eingegangen werden soll.³⁵ Bei dem Processus handelt es sich um einen Knochenvorsprung, der sich am distalen Ende des Caput ulnae befindet. Er dient als wichtige Ansatzstelle für verschiedene Strukturen wie z.B. den Discus triangularis oder die Ligamenta radioulnaria palmare et dorsale, welche die Stabilität des distalen Radioulnargelenks gewährleisten.²⁶ Nach Geissler kommt es bei distalen Radiusfrakturen in über 40% der Fälle zu einer Fraktur des Processus styloideus ulnae. Dabei muss es aber nicht zwangsweise zu einer gleichzeitigen Verletzung des TFCC kommen.¹⁸

Falls sich diese Abrissfraktur nach Reposition und Stabilisierung des Radius spontan reponiert, müssen keine zusätzlichen Maßnahmen zu deren Stabilisierung getroffen werden. Ist dies nicht der Fall, sollte zusätzlich eine Stabilisierung der Ulna z.B. mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese, Kirschner-Draht-Osteosynthese oder intramedullärer Kirschner-Draht-Schienung erfolgen.³⁵

2.3.2.2. Verletzungen der intrinsischen Karpalbänder

Angaben über das Auftreten von Begleitverletzungen der intrinsischen Karpalbänder schwanken in der Literatur stark.

Pechlaner et al. wiesen in der bereits genannten experimentellen Studie zur Überstreckungsverletzung des Handgelenks nach, dass es bei einer distalen Radiusfraktur in 32% der Fälle zu einer Ruptur der scapholunären Bandstrukturen (SL-Band) kommt.²

Nach Richards et al. ereignen sich SL-Bandrupturen in 21,5% der intraartikulären und in 6,7% der extraartikulären Frakturen.⁴²

Andere Angaben in der Literatur zeigen Läsionen von scapholunären Bandstrukturen bei 25 – 49% der intraartikulären Frakturen.⁴³

Die SL-Bandläsionen werden nach Geissler et al. in vier Schweregrade eingeteilt.^{18,44}

Tabelle 1⁴⁵ zeigt diese Einteilung:

Tabelle 1: SL-Band-Läsionen nach Geissler (45)

Stadium	Funktion	SL-Band-Ruptur	Sekundäre Stabilisatoren	Pathoanatomie	Symptomatik
I	präodynamisch	teilweise	intakt	sowohl in Ruhe als auch unter Belastung normale Gefügearrangierung	meist keine
II	dynamisch	komplett	intakt	Dissoziation nur unter Belastung: Bewegungsstörung von Skaphoid & Lunatum	Klick-/Schnappphänomen und Grifschwäche bei Bewegung
III	statisch	komplett	dehiszent	Dissoziation bereits in Ruhe: Fehlstellung von Skaphoid & Lunatum	Grifschwäche, Schwellung und Schmerzen bereits in Ruhe, progredienter Verlauf
IV	arthrotisch	komplett	dehiszent	Arthrosis deformans: beginnend radioskaphoidal (IV a), übergreifend mediokarpal (IV b), im karpalen Kollaps endend	zunehmende Schwellung und Bewegungseinschränkung, chronischer Schmerz

In ca. 40 – 70% der intraartikulären dislozierten Frakturen, bei denen sich ein vertikal verlaufender Frakturspalt finden lässt und bei denen die Fossa lunata beteiligt ist, lassen sich Verletzungen des intrinsischen Bandapparates mit Zeichen der akuten SL-Instabilität unterschiedlichen Ausmaßes finden.²⁰

Die Interpretation von SL-Bandläsionen wird erschwert durch die Tatsache, dass es bei älteren Menschen zu degenerativen asymptomatischen Veränderungen im SL-Bandkomplex kommt.

Als diagnostische Mittel zur Beurteilung von Verletzungen der intrinsischen Karpalbänder kommen zunächst eine Röntgenuntersuchung in a.-p.-Projektion und

seitlich, eine kinematographische Untersuchung nach Stabilisierung der Fraktur unter Bildwandlerkontrolle, eine MRT, sowie eine direkte Darstellung mittels radiokarpaler und interkarpaler Arthroskopie zum Einsatz, wobei hierunter die Kinematographie die wichtigste diagnostische Maßnahme darstellt.²⁰

Chronische skapholunäre Dissoziationen können nach einiger Zeit wegen der Scherbelastungen der Radiusgelenkfläche und der Handwurzelknochen zu einer Arthrose führen.²⁴

Im Gegensatz zu SL-Bandläsionen handelt es sich bei lunotriquetralen Bandverletzungen (LT-Band) mit ca. 15% um nicht ganz so häufige Begleitverletzungen.¹⁸

Pechlaner et al. finden in ihren Untersuchungen in 18% der Fälle eine Ruptur des LT-Bandes. Einige dieser Verletzungen traten bereits vor der eigentlichen Fraktur auf.²

Nach Richards et al. kamen LT-Bandverletzungen in 6,7% der intraartikulären und in 13,3% der extraartikulären Brüche vor.⁴²

Die wichtigsten Ursachen für eine LT-Band-Läsion sind ein direktes Trauma, Degeneration, ein Ulnar-Impaction-Syndrom oder das Vorhandensein einer Ulna-plus-Varianz.

Klinisch lässt sich die LT-Band-Läsion in drei Stadien einteilen (siehe Tabelle 2⁴⁶):

Tabelle 2: LT-Band-Läsionen (46)

Stadium	LT-Band-Ruptur	PISI-Stellung*
Grad 1	partiell oder komplett	keine
Grad 2	komplett + Läsion palmarer Bänder	dynamisch (unter Belastung)
Grad 3	komplett + Läsion palmarer und dorsaler Bänder	statisch (belastungsunabhängig)

* Fehlt dem Os lunatum die Führung durch das LT-Band und die ulnaren Bandstrukturen, so folgt es dem Os scaphoideum in die Flexionsstellung. Diese Rotationssubluxation des Os lunatum in Flexion wird als PISI-Stellung bezeichnet („palmarflexed intercalated segment instability“)

2.3.2.3. Verletzungen des Discus triangularis

Pechlaner zeigte im Rahmen seiner bereits erwähnten Studie, dass es dabei in 43% der Fälle zu einer Läsion des TFCC gekommen ist.²

Des Weiteren konnten Richards et al. bei 46 von 118 Patienten Läsionen des TFCC nachweisen, genauer gesagt kam es bei 53% der extraartikulären und bei 35% der intraartikulären Frakturen zu TFCC-Läsionen.⁴²

Nach Palmer werden die verschiedenen Verletzungstypen des Discus triangularis (TFCC) in A zentrale, B ulnare, C palmare und D radiale Verletzungen eingeteilt. Kommt es zu einer erheblichen radialen Dislokation der Radiusbasis und ist das Caput ulnae nicht beteiligt, so muss an eine Läsion des ulnokarpalen Bandapparats und des Discus triangularis gedacht werden.²⁰ Eine Verletzung des Discus triangularis kann mittels Arthroskopie festgestellt werden. Als Therapie dient die vorübergehende Ruhigstellung der Extremität oder auch die Versorgung mittels transossärer bzw. transligamentärer Nähte.²⁰

2.3.2.4. Frakturen des Os scaphoideum

Die häufigste versorgungsbedürftige knöcherne Begleitverletzung ist der Kahnbeinbruch.⁴⁷

Besteht der Verdacht auf eine die distale Radiusfraktur begleitende Fraktur des Os scaphoideum, dient die CT-Untersuchung in 1-mm-Schichtung des Os scaphoideum in Längsrichtung zur diagnostischen Abklärung.²⁰ In Anlehnung an die von Herbert empfohlene Klassifikation werden verschiedene Frakturtypen unterschieden:

Tabelle 3: Klassifikation der Skaphoid-Frakturen (48)

Frakturart	Eigenschaften
A	frische stabile Frakturen
A1	Tuberkelfrakturen
A2	undislozierte Rissfrakturen mit querem Verlauf im mittleren oder distalen Drittel
B	frische instabile Frakturen
B1	Schrägfrakturen
B2	dislozierte oder klaffende Frakturen
B3	Frakturen des proximalen Drittels
B4	transskaphoidale perilunäre Luxationsfrakturen

Je nach Frakturtyp erfolgt die entsprechende Versorgung. Instabile Frakturen vom Typ B, v.a. alle Frakturen im proximalen Drittel, sollten operativ stabilisiert werden, wohingegen stabile Frakturen vom Typ A konservativ im Unterarmgipsverband oder operativ in minimal-invasiver Technik (Typ A2) versorgt werden können. Tuberkelfrakturen vom Typ A1 erfordern zumeist nur eine kurzzeitige Ruhigstellung im Gipsverband und werden deshalb konservativ behandelt.⁴⁸ Wird nach internen stabilisierenden Verfahren eine frühfunktionelle Behandlung angestrebt, so stellt die minimalinvasive kanülierte Zugschraubenosteosynthesetechnik von dorsal oder palmar eine gute Behandlungsmethode dar.²⁰

2.3.2.5. Instabilität des distalen Radioulnargelenks

Eine Instabilität im distalen Radioulnargelenk kann durch eine knöcherner und/oder ligamentäre Verletzung des Processus styloideus ulnae und der Bandverbindungen zwischen Radius und Ulna verursacht werden und zieht meist eine Einschränkung der Pro- und Supination mit sich.¹⁸

Radiologisch erkennbare Instabilitätskriterien dienen dazu, ein geeignetes Behandlungsverfahren auszuwählen. Frakturen, die zwei bis drei dieser Instabilitätskriterien aufweisen, werden als instabil bezeichnet und sind einer konservativen Therapie unzugänglich, worauf später noch weiter eingegangen werden soll. Im Einzelnen handelt es sich bei den verschiedenen Instabilitätskriterien nach Jupiter³⁵ um:

- ❖ eine initiale Dislokation > 20° nach dorsal
- ❖ eine Verkürzung der Radiusbasis von mehr als 3 mm
- ❖ dislozierte Basisfrakturen des Processus styloideus ulnae
- ❖ palmare und dorsale metaphysäre Trümmerzonen
- ❖ eine dislozierte intraartikuläre Fraktur
- ❖ eine dislozierte Flexionsfraktur²⁰

2.3.2.6. Nervenverletzungen

Nervenverletzungen können sich zum Zeitpunkt der distalen Radiusfraktur oder als Folge der Therapie der Fraktur ereignen. Kompressionssyndrome des N. medianus,

N. ulnaris und des N. radialis werden in 8 – 17 % der distalen Radiusfrakturen beschrieben.²⁴ Dabei ist v.a. der N. medianus betroffen.⁴⁹

Es gibt verschiedene Ursachen für die Kompression des N. medianus: das Trauma an sich bei stark dislozierten Frakturen, ein erhöhter Karpaltunneldruck, hervorgerufen durch extreme Flexionsstellung bei Ruhigstellung oder auch Fehlstellungen des distalen Radius. Dabei sollte eine Dekompression durchgeführt werden, falls eine vollständige Nervenläsion nach Reposition fortbesteht, falls sich ein inkompletter Nervenschaden nach Reposition verschlechtert, oder falls ein inkompletter Nervenschaden länger als sieben Tage besteht.²⁴

Der N. medianus ist der am häufigsten betroffene Nerv bei einer Druckerhöhung des Kompartiments aufgrund einer Fraktur. Bereits bei leichter Schwellung des Gewebes folgt ein erhöhter Druck im Karpaltunnel. Diese Schwellung ist zurückzuführen auf ein posttraumatisches Hämatom oder ein zugefügtes Trauma bei der Reposition der Fraktur.⁴⁹ Bei gesunden Personen beträgt der Druck im Karpalkanal ca. 5 - 14 mmHg.⁵⁰ Dresing et al. untersuchten 56 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 66 Jahren, die eine nach dorsal dislozierte distale Radiusfraktur erlitten hatten. Dabei wurde der Druck im Karpalkanal gemessen und ein durchschnittlicher Druck von 23 mmHg bei Aufnahme der Patienten festgestellt. Während der geschlossenen Reposition stieg der Druck auf durchschnittlich 44 mmHg. Nachdem eine lockere Schiene angelegt wurde, sank der Druck auf 26 mmHg, stieg allerdings vier Stunden später erneut auf 37 mmHg an. Sogar zwölf Stunden nach der Reposition war noch ein Druck von 26 mmHg zu messen.⁴⁹

Der N. radialis kann bei der Versorgung mittels Kirschner-Drähten bzw. Fixateur externe leicht verletzt werden oder durch erhöhten Druck aufgrund einer zu engen Schiene oder eines zu engen Gipses komprimiert und lädiert werden.⁴⁹ Verletzungen des R. superficialis des N. radialis wurden in der Literatur mit 11% der Fälle angegeben.⁵¹

Akute Verletzungen des N. ulnaris sind mit 1 – 6% der Fälle⁵¹ selten und werden häufiger in Verbindung mit Hochrasanztraumen, die mit einer starken Dislokation der Frakturfragmente einhergehen und bei denen zeitgleich die distale Ulna betroffen ist, gebracht. Es kommt im Vergleich zum N. medianus seltener zu einer Kompression,⁴⁹ allerdings kann in es in einigen Fällen zu einer eben solchen in der Loge de Guyon kommen und sensorische und/oder motorische Ausfälle nach sich ziehen.⁵¹

2.3.2.7. Kompartmentsyndrom

Eine insgesamt mit einer Inzidenz von 1% eher seltene Begleitverletzung ist das Kompartmentsyndrom. Dieses kann bis zu 54 Stunden nach der ursprünglichen Verletzung auftreten und meint einen erhöhten Druck in den Muskellogen des Unterarms, beispielsweise durch ein durch die ursprüngliche Verletzung entstandenes Hämatom. Es wird häufiger bei jüngeren Patienten, denen öfter als älteren Menschen Hochrasanztraumen widerfahren, beobachtet.⁵¹

Obwohl eine gute klinische Untersuchung die Diagnose bereits bestätigen kann, kann es bei unkooperativen oder sedierten Patienten möglicherweise erforderlich sein, die Kompartimentdrücke zu messen.

Gegebenenfalls ist hierbei als Therapie eine Fasziotomie indiziert.⁵¹

2.3.2.8. Sehnenläsionen

In 1 - 2% der Fälle werden bei distalen Radiusfrakturen Rupturen von Sehnen beobachtet. Meist sind dabei die Strecksehnen, v.a. die des M. extensor pollicis longus, betroffen.³¹ Die Verletzungen können sich noch Wochen bis Monate nach dem ursprünglichen Trauma ereignen. Die Prädilektionsstelle für die Spontanruptur der Sehne des M. extensor pollicis longus liegt distal des dritten Strecksehnenfaches am Austrittspunkt aus dem engen osteofibrösen Kanal auf einer Strecke von 2 - 3 cm. Grund dafür ist die Tatsache, dass die Sehne hier am schlechtesten mit Gefäßen versorgt ist und die geringste Querschnittsfläche besitzt.²⁴ Nach der Verletzung bzw. nach einer operativen Versorgung kann es auch zu einer Irritation der Sehnengleitlager und in der Folge zu einer Einengung der Strecksehnenfächer kommen, was mit Bewegungsbeschwerden bzw. -einschränkungen einher gehen kann, so z.B. bei einer Tendovaginitis de Quervain.³¹

In einer Multicenterstudie nach Matschke et al. wurden 197 distale Radiusfrakturen untersucht. Dabei traten im Verlauf sieben Sehnenrupturen, wobei in vier der sieben Fälle die Sehne des M. extensor pollicis longus betroffen war, und zwei Strecksehnentendinitiden auf.³³

2.3.2.9. Complex Regional Pain Syndrom (CRPS) / Morbus Sudeck

Das chronisch regionale Schmerzsyndrom (CRPS) umfasst verschiedene Symptome an der Hand, so z.B. Schwellung, Spannungsgefühl und Kraftverlust im Bereich der Finger, Einschränkung der Fingerbeweglichkeit sowie Störungen der sympathischen Innervierung. Dies kann sich unter Umständen durch Temperatur- und Farbunterschiede sowie durch vermehrtes Schwitzen im Vergleich zur Gegenseite zeigen. Man unterscheidet zwei Formen des CRPS. Während dem Typ I keine Nervenschädigung zugrunde liegt, ist dies die Ursache für den Typ II, welcher auch Kausalgie genannt wird, da er auf eine klare Ursache zurückzuführen ist.⁵²⁻⁵⁴

Angaben über die Inzidenz des M. Sudeck wechseln in der Literatur stark. Im Jahre 1953 wurde von Barcron und Kurtzke ein 0,1%-iges Vorkommen beschrieben, wohingegen Lidström 1959 in 10,3% der Fälle, bei seinen Untersuchungen waren 53 von 515 Personen mit distalen Radiusfrakturen betroffen, einen M. Sudeck nachweisen konnte. Frykman untersuchte im Jahre 1967 430 Patienten und fand eine Inzidenz von 2,1%.

Bei der Forschung nach der Ursache der Erkrankung werden verschiedene Theorien vertreten, darunter z.B. häufige Gipswechsel, psychologische Faktoren, traumatisierende Reposition, sympathische Überaktivität, Fehlstellungen von Knochenfragmenten und in neuester Zeit auch die Theorie eines Medianuskompressionssyndroms.

In einer prospektiven Untersuchung an insgesamt 829 Patienten wurde erarbeitet, dass für die Diagnose des M. Sudeck mindestens vier der folgenden fünf Kriterien vorliegen müssen:

- ❖ nicht geklärte diffuse Schmerzen
- ❖ unterschiedliche Hautfarbe im Vergleich zur anderen Extremität
- ❖ diffuses Ödem
- ❖ unterschiedliche Hauttemperatur im Vergleich zur anderen Extremität
- ❖ begrenzter aktiver Bewegungsbereich sowie das Auftreten oder die Zunahme der oben angeführten Symptomatik nach Betätigung der Extremität²⁴

Häufig zeigen sich bei Patienten mit CRPS auch psychische Auffälligkeiten. Ein direkter Zusammenhang ist allerdings umstritten.^{52,55}

Zusätzlich zu adäquater Schmerztherapie steht somit eine regelmäßige psychologische Betreuung durch Ärzte und ggf. Psychologen in jedem Krankheitsstadium im Vordergrund.⁵⁶

Untersuchungen⁵⁷⁻⁵⁹ zeigen, dass es sich trotz durchaus akzeptabler Behandlungserfolge beim M. Sudeck immer noch um eine ernst zu nehmende Begleiterkrankung handelt, welche in einigen Fällen auch schwierig zu behandeln ist. Nach einem halben Jahr sind laut o.g. Untersuchungen immer noch zwei Drittel, nach einem Jahr ein Drittel der Patienten nicht beschwerdefrei.

2.4. Klassifikation der distalen Radiusfraktur

Die Erscheinungsformen von distalen Radiusfrakturen sind äußerst vielfältig. So sprach Ehalt bereits 1935 nicht von einer „typischen Radiusfraktur“, sondern von einer „Radiusfraktur an typischer Stelle“. Betrachtet man also diese mannigfaltigen Verletzungsschweregrade der distalen Radiusfraktur, so ist es nicht verwunderlich, dass schon seit langer Zeit nach Einteilungskriterien gesucht wurde, die eine nähere Beschreibung der Radiusfrakturen ermöglichen. So soll gewährleistet werden, dass Ergebnisse nach unterschiedlichen Behandlungsmethoden verglichen werden können, was wiederum als Grundlage dafür dienen soll, Rückschlüsse auf Therapieschemata ziehen zu können. Auf diese Weise wird ermöglicht, therapeutische Empfehlungen und prognostische Aspekte, abgeleitet von standardisierten Frakturformen, auszusprechen.^{60,61}

2.4.1. Historische Einteilung

In den vergangenen Jahrzehnten wurde eine Vielzahl verschiedener Einteilungen veröffentlicht. Bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die distale Radiusfraktur von zahlreichen Autoren beschrieben. Dabei wurden die Frakturen zu dieser Zeit häufig nach dem Namen des Erstbeschreibers benannt.¹⁸

So erhielt die extraartikuläre metaphysäre Radiusfraktur mit dorsaler Verschiebung, etwa 2 cm proximal zur Gelenkfläche, nach Hyperextensionstrauma im Jahre 1814 den Namen Colles-Fraktur, also eine Extensionsfraktur, nach ihrem Erstbeschreiber Abraham Colles. Im französischen Sprachraum wurde diese Fraktur im Jahre 1783 Pouteau-Fraktur, nach dem Erstbeschreiber Pouteau, genannt. Eine Flexionsfraktur mit palmarer Dislokation nach Hyperflexion wurde als entgegengesetzte Colles-

Fraktur oder Smith-Fraktur nach dem Beschreiber Smith (1847) bezeichnet. Barton gab im Jahre 1838 der Barton-Fraktur, einer Fraktur mit Dislokation des Karpus nach dorsal als Folge eines Hyperextensionstraumas, seinen Namen. Dabei kommt es zu einem Abriss der dorsalen Radiuslippe. Die Reversed-Barton-Fraktur oder Goyrand-Smith-II-Fraktur entspricht einer Abrissfraktur der palmaren Radiuslippe nach Hyperflexion.

Weitere, nicht nach ihrem Erstbeschreiber benannte Frakturen sind die Chauffeur-Fraktur, eine Absprengung des Processus styloideus radii, wie z.B. nach einem axialen Stauchungstrauma, sowie die Die-Punch-Fraktur, welche einer Impressionsfraktur der Fossa lunata radii entspricht.^{24,31,61}

2.4.2. Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)

Neben diesen o.g. Eponymen²⁰ entwickelten sich zahlreiche weitere Klassifikationen der distalen Radiusfraktur, da eine Einteilung nach dem Erstbeschreiber angesichts der Vielzahl von möglichen Frakturformen im Bereich des distalen Radius auf lange Sicht nicht zielführend war.²⁴

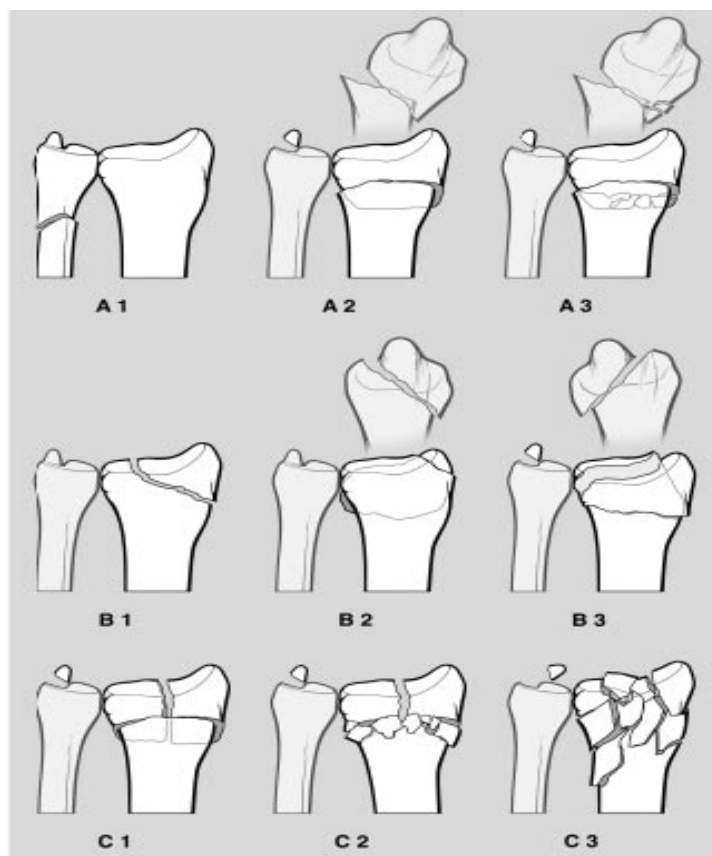
Die in Deutschland gebräuchlichste Fraktуреinteilung am Radius ist die Klassifikation nach AO/ASIF nach Maurice E. Müller et al. (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen - Association for the Study of Internal Fixation).^{18,62} Diese AO-Klassifikation ermöglicht eine numerische Einteilung aller Frakturen der langen Röhrenknochen. Jeder lange Röhrenknochen erhält eine Ziffer: 1 = Humerus, 2 = Radius/Ulna, 3 = Femur, 4 = Tibia/Fibula. Die Knochen werden in drei Abschnitte unterteilt: 1 = proximal, 2 = diaphyseal, 3 = distal. Im Bereich von Tibia und Fibula gibt es zusätzlich den Abschnitt 4, welcher den Malleolen entspricht. Dabei erhält also der Radius als Knochen die Ziffer 2, das distale Radiusdrittel als Segment die Ziffer 3. Somit ergibt sich für den distalen Radius die „23“ als Knochen- und Segmentbezeichnung.⁴⁹ Mithilfe der Buchstaben A, B und C wird festgelegt, ob es sich um eine extraartikuläre Fraktur mit völlig intakter Gelenkfläche (A), um eine partiell intraartikuläre Fraktur mit teilweise erhaltener Kontinuität zwischen Meta- und Epiphyse (B) oder um eine komplett intraartikuläre Fraktur mit vollständiger Ablösung von der Metaphyse (C) handelt.³⁶ Die zusätzlichen Ziffern 1, 2 und 3 beschreiben die Komplexität der Fraktur. So ergeben sich neun Hauptgruppen, von denen sich jede

wiederum in drei Subgruppen unterteilen lässt, was schließlich 27 Subgruppen ergibt.⁴⁹

Tabelle 4: AO-Klassifikation (21, 31)

Typ-A-Frakturen (extraartikuläre Frakturen)	A1	extraartikuläre Fraktur der Ulna, Radius intakt	A2	extraartikuläre Fraktur des Radius, einfach und impaktiert	A3	extraartikuläre Fraktur des Radius, mehrfragmentär
	A1.1	Fraktur des Processus styloideus ulnae	A2.1	Radius ohne Fehlstellung	A3.1	mehrfragmentär, impaktiert, axiale Verkürzung
	A1.2	metaphysäre Fraktur der Ulna	A2.2	mit dorsaler Fehlstellung	A3.2	mit Keil
	A1.3	metaphysäre Mehrfragmentfraktur der Ulna	A2.3	mit volarer Fehlstellung	A3.3	komplex
Typ-B-Frakturen (partiell intraartikuläre Frakturen)	B1	partielle Gelenkfraktur des Radius in der Sagittalebene	B2	partielle Gelenkfraktur des Radius durch die dorsale Kante (Barton)	B3	partielle Gelenkfraktur des Radius durch die palmare Kante (Reversed Barton, Goyrand-Smith II)
	B1.1	sagittale Radiusfraktur, lateral einfach	B2.1	dorsale Kantenfraktur des Radius, einfach	B3.1	volare Kantenfraktur des Radius, einfach, kleines Fragment
	B1.2	lateral mehrfragmentär	B2.2	mit lateraler sagittaler Fraktur	B3.2	volare Kantenfraktur des Radius, einfach, großes Fragment
	B1.3	medial	B2.3	mit dorsaler Dislokation der Handwurzel	B3.3	mehrfragmentär
Typ-C-Frakturen (vollständig intraartikuläre Frakturen des Radius)	C1	vollständige Gelenkfraktur des Radius, artikulär einfach, metaphysär einfach	C2	vollständige Gelenkfraktur des Radius, artikulär einfach, metaphysär mehrfragmentär	C3	vollständige Gelenkfraktur des Radius, mehrfragmentär
	C1.1	artikulär einfach, metaphysär einfach, posteromediales Fragment	C2.1	artikulär einfach, metaphysär mehrfragmentär, sagittale Frakturlinie	C3.1	artikulär mehrfragmentär, metaphysär einfach
	C1.2	sagittal verlaufende Frakturlinie	C2.2	frontale Frakturlinie	C3.2	metaphysär mehrfragmentär
	C1.3	mit frontal verlaufender Frakturlinie	C2.3	in die Diaphyse reichend	C3.3	in die Diaphyse reichend

Abbildung 3: AO-Klassifikation (24)



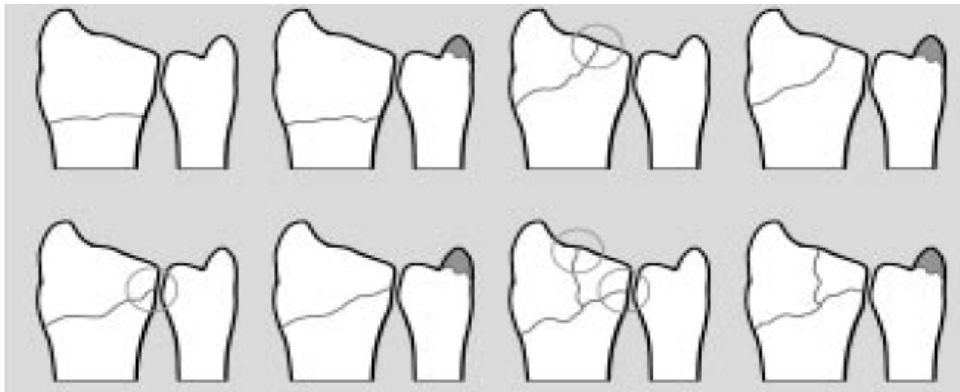
2.4.3. Klassifikation nach Frykman

1967 teilte Frykman die distalen Radiusfrakturen in acht verschiedene Gruppen ein.⁴⁹ Unterschieden werden extra- und intraartikuläre Frakturen. Des Weiteren werden die fehlende oder Mitfrakturierung der Ulna⁶¹ bzw. ossäre Verletzungen des distalen Radioulnargelenks mit berücksichtigt.²⁰ Diese Einteilung ist in der Literatur weit verbreitet.⁴⁹

Tabelle 5: Klassifikation nach Frykman (21)

FR Typ I	Extraartikuläre Fraktur ohne distale Ulnafraktur
FR Typ II	Extraartikuläre Fraktur mit distaler Ulnafraktur (Processus styloideus ulnae)
FR Typ III	Radiokarpale Gelenkfraktur ohne distale Ulnafraktur
FR Typ IV	Radiokarpale Gelenkfraktur mit distaler Ulnafraktur (Processus styloideus ulnae)
FR Typ V	Radioulnare Gelenkfraktur ohne distale Ulnafraktur
FR Typ VI	Radioulnare Gelenkfraktur mit distaler Ulnafraktur (Processus styloideus ulnae)
FR Typ VII	Radiokarpale und radioulnare Gelenkfraktur ohne distale Ulnafraktur
FR Typ VIII	Radiokarpale und radioulnare Gelenkfraktur mit distaler Ulnafraktur (Processus styloideus ulnae)

Abbildung 4: Klassifikation nach Frykman (24)

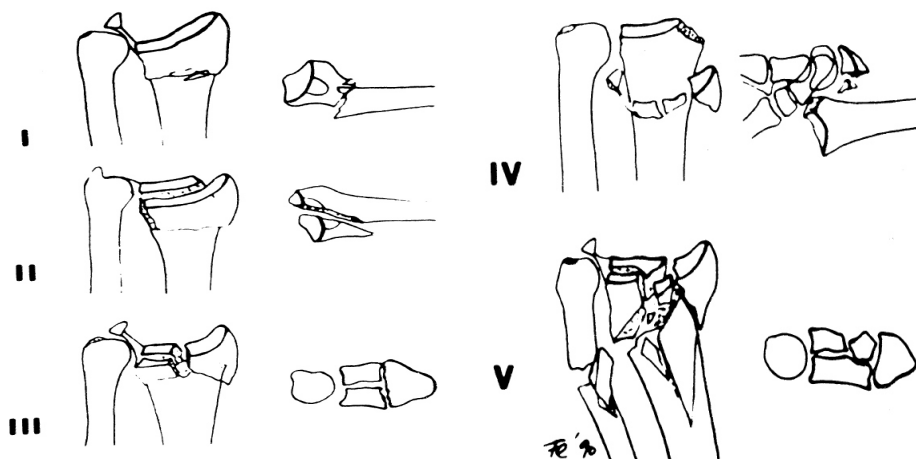


2.4.4. Klassifikation nach Fernandez

Die Einteilung nach Fernandez vom Jahre 1996²⁰ basiert auf dem Zusammenhang von Morphologie und Pathophysiologie der Verletzung. Neben dem Verletzungsmechanismus werden auch Pathomechanismus, Fragmentierung, Dislokationsgrad, Stabilität und Patientenalter analysiert, wodurch eine geeignete Therapiestrategie ermöglicht werden soll.¹⁸ Hierbei werden die distalen Radiusfrakturen in 5 Gruppen untergliedert:

- ❖ Typ I: Frakturen, die durch indirekte Biegekräfte hervorgerufen werden
- ❖ Typ II: Abscherfrakturen der Gelenkoberfläche im Sinne einer Barton- bzw. Reversed-Barton- oder Chauffeur-Fraktur
- ❖ Typ III: Kompressionsfrakturen der Gelenkoberfläche
- ❖ Typ IV: Avulsionsfrakturen
- ❖ Typ V: Kombinationen aus den genannten Frakturen⁴⁹

Abbildung 5: Klassifikation nach Fernandez (20)



Auf diese Weise werden also auch Aussagen über die Stabilität der Frakturen getroffen. Bei Typ I und Typ III kann es sich möglicherweise noch um eine stabile Fraktur handeln, wohingegen Typ II, IV und V immer instabil sind.

Des Weiteren kann mit Hilfe der Einteilung in die jeweiligen Frakturtypen auch eine Aussage über möglicherweise vorhandene Begleitverletzungen gemacht werden. Diese steigert sich mit den Typformen von unüblich, weniger unüblich, üblich, häufig, bis zu obligat bei Typ V.⁶³

2.4.5. Klassifikation nach Pechlaner

Die Typisierung der distalen Radiusfraktur nach Pechlaner beruht auf Beteiligung und Stabilität des Radiokarpalgelenkes und auf der Einteilung der Frakturen nach Richtung der Fragmentdislokation.⁶⁰

Tabelle 6: Klassifikation nach Pechlaner (21)

PE Typ I-1	dorsale metaphysäre Fraktur: dorsale metaphysäre Kompressionsfraktur (mit/ohne Fraktur der palmaren Kortikalis) ohne Beteiligung der Radiusgelenkflächen (Radiokarpal-/DRU-Gelenk)
PE Typ I-2	dorsale metaphysär-artikuläre Fraktur: dorsale metaphysär-artikuläre Kompressionsfraktur (mit/ohne Fraktur der palmaren Kortikalis) mit Beteiligung der Radiusgelenkflächen (Radiokarpal-/DRU-Gelenk)
PE Typ I-3	dorsale Luxationsfraktur: dorsale Randfraktur der Radiusgelenkfläche mit Instabilität des Karpus nach dorsal
PE Typ II-1	zentrale metaphysäre Fraktur: zentrale metaphysäre Kompressionsfraktur ohne Achsendeviation des Radius und ohne Beteiligung der Radiusgelenkflächen
PE Typ II-2	zentrale metaphysär-artikuläre Frakturen
PE Typ II-2A	zentrale Impressionsfraktur: zentrale Impression der Radiusgelenkfläche (Randfragmente der Radiusgelenkfläche bleiben stabil)
PE Typ II-2B	Fraktur des Processus styloideus radii: zentraler Abbruch des Processus styloideus radii (ohne dorsale/palmare Kompressionszone)
PE Typ II-2C	ulnarer Randbruch; zentraler Abbruch eines ulnaren Randfragmentes der Radiusgelenkfläche (ohne dorsale/palmare Kompressionszone)
PE Typ II-2D	zentrale Mehrfragmentfraktur der Radiusgelenkfläche (ohne dorsale/palmare Kompressionszone)
PE Typ II-3	zentrale Luxationsfraktur: zentrale Mehrfragmentfraktur der Radiusgelenkfläche mit Instabilität des Karpus nach dorsal und palmar
PE Typ III-1	palmare metaphysäre Fraktur: palmare metaphysäre (Kompressions-) Fraktur (mit/ohne Fraktur der dorsalen Kortikalis)
PE Typ III-2	palmare metaphysär-artikuläre (Kompressions-)Fraktur (mit/ohne Fraktur der dorsalen Kortikalis) mit Beteiligung der Radiusgelenkflächen (Radiokarpal-/DRU-Gelenk)
PE Typ III-3	palmare Luxationsfraktur: palmare Randfraktur der Radiusgelenkfläche mit Instabilität des Karpus nach palmar

2.5. Diagnostik der distalen Radiusfraktur

Um das genaue Verletzungsmuster der distalen Radiusfrakturen zu erkennen, muss nach einer körperlichen Untersuchung, bei der v.a. Schwellung, Fehlstellungen oder schmerzhafte Bewegungseinschränkungen des Handgelenkes auffallen können,³¹ und Anamneseerhebung, bestehend v.a. aus Fragen zu Vorerkrankungen, sowie zu vorausgehenden Verletzungen und Verletzungsfolgen, eine zeitnahe radiologische Untersuchung des Handgelenks erfolgen.²⁰

Als Basisdiagnostik dient die biplanare Bildgebung durch standardisierte Röntgenaufnahmen,³³ also im anterior-posterioren und im seitlichen Strahlengang.¹⁸ Die ulnare Handgelenksfläche wird im sagittalen Strahlengang mit einer Unterlagerung mit 20 - 30° durchgeführt. So wird gewährleistet, dass der Gelenkspalt eingesehen werden kann.³³

Beurteilt werden soll der scapholunäre Winkel, welcher zwischen 30 und 60° betragen sollte. Erfolgt eine Dorsalkippung des Os lunatum, so ist dieser Winkel vergrößert und man spricht von einer DISI-Stellung („Dorsal Intercalated Segmental Instability“) des Os lunatum, was auf eine mögliche SL-Band-Läsion hinweisen kann. Umgekehrt wird von einer PISI-Stellung („Palmar Intercalated Segmental Instability“) gesprochen, falls das Os lunatum nach palmar kippt. Dabei ist der scapholunäre Winkel verkleinert. Es besteht dann eher der Verdacht auf eine LT-Band-Läsion.

Als nächster wichtiger Parameter zählt der Abstand zwischen Os scaphoideum und Os lunatum, welcher kleiner 3 mm sein sollte.

Kommt es bei einer Fraktur zu einer Verletzung des Processus styloideus radii, so kann dies ein Hinweis auf vorhandene Begleitverletzungen sein.^{47,64}

Als weitere diagnostische Möglichkeit zur Erkennung von Begleitverletzungen bzw. als intraoperatives Verfahren dient die Kinematographie. Dabei wird unter Durchleuchtung das Handgelenk in Extension/Flexion und Radial-/Ulnarabduktion bewegt und die Kinematik der Handwurzelknochen in beiden Ebenen betrachtet.⁴⁷

Dahlen et al. zeigten anhand eines ausgewählten Patientenguts von 35 Patienten, die A2- und A3-Frakturen, eingeteilt mittels Nativdiagnostik, erlitten hatten, dass in 57,2% der Fälle Diastasen von bis zu 4 mm sowie Gelenkstufen von bis zu 2 mm nicht erkannt werden konnten. Erst ein folgendes Dünnschicht-CT half bei der Darstellung. Dies ist der Grund dafür, warum bei unklarer Verletzungssituation die präoperative Diagnostik durch eine Computertomographie erweitert werden kann.³³

Um intraartikuläre Verletzungen der Radiusbasis oder Verletzungen der Karpalknochen, insbesondere Frakturen des Os scaphoideum, zu detektieren, dient also die Computertomographie als weiterführende diagnostische Maßnahme.

Verletzungen der intrinsischen karpalen Bandstrukturen bzw. des Discus triangularis werden mittels Magnetresonanztomographie erkannt und beurteilt.

Eine weitere, eher seltenere Untersuchungsmethode stellt die Arthroskopie dar. Auf diese Weise können intraartikuläre Frakturen sowie Repositionsergebnisse kontrolliert werden, frische oder degenerative Läsionen des Discus triangularis sowie Läsionen mit Instabilitäten der intrinsischen karpalen Bänder erkannt werden, oder bestehende freie Knochen- oder Knorpel-Fragmente entfernt werden. Folglich erlaubt die Arthroskopie neben der Möglichkeit zur Diagnostik auch die Durchführung therapeutischer minimalinvasiver Verfahren.²⁰

2.6. Therapie der distalen Radiusfraktur

Die Therapiekonzepte bei der Versorgung der distalen Radiusfraktur haben sich mit zunehmendem Wissen über die Art der verschiedenen Frakturformen, über Pathogenese und über möglicherweise vorhandene Begleitverletzungen mehrfach verändert.¹

Auch die Tatsache, dass in einer Untersuchung von Nazar et al., bei der 244 Chirurgen hinsichtlich der Therapie der distalen Radiusfraktur befragt wurden, gezeigt werden konnte, dass keine Einigkeit unter diesen Operateuren bestand, verdeutlicht oben genannte Problematik.⁶⁵

Neben der rein konservativen Behandlung besteht eine Auswahl an verschiedenen operativen Therapiemöglichkeiten. Dazu zählen u.a. die operative Versorgung mittels Kirschner-Drähten, Schraubenosteosynthesen, Fixateur externe, intramedullärer Osteosynthesen und konventionellen bzw. neuerdings winkelstabilen Plattenosteosynthesen. Ebenfalls ist eine Kombination der genannten Verfahren möglich.¹

Die Auswahl der geeigneten Behandlungsmethode richtet sich dabei nach der Frakturform, nach begleitenden Zusatzverletzungen, nach Erkrankungen bzw. anlagebedingte Anomalien, nach der Knochenqualität, sowie nach dem Alter und den Lebensumständen bzw. den funktionellen Ansprüchen des Patienten.^{18,20} Aufgrund der zunehmenden Erwartungshaltung der Patienten hinsichtlich eines optimalen Therapieergebnisses, sowie aufgrund der vorherrschenden sozialwirtschaftlichen

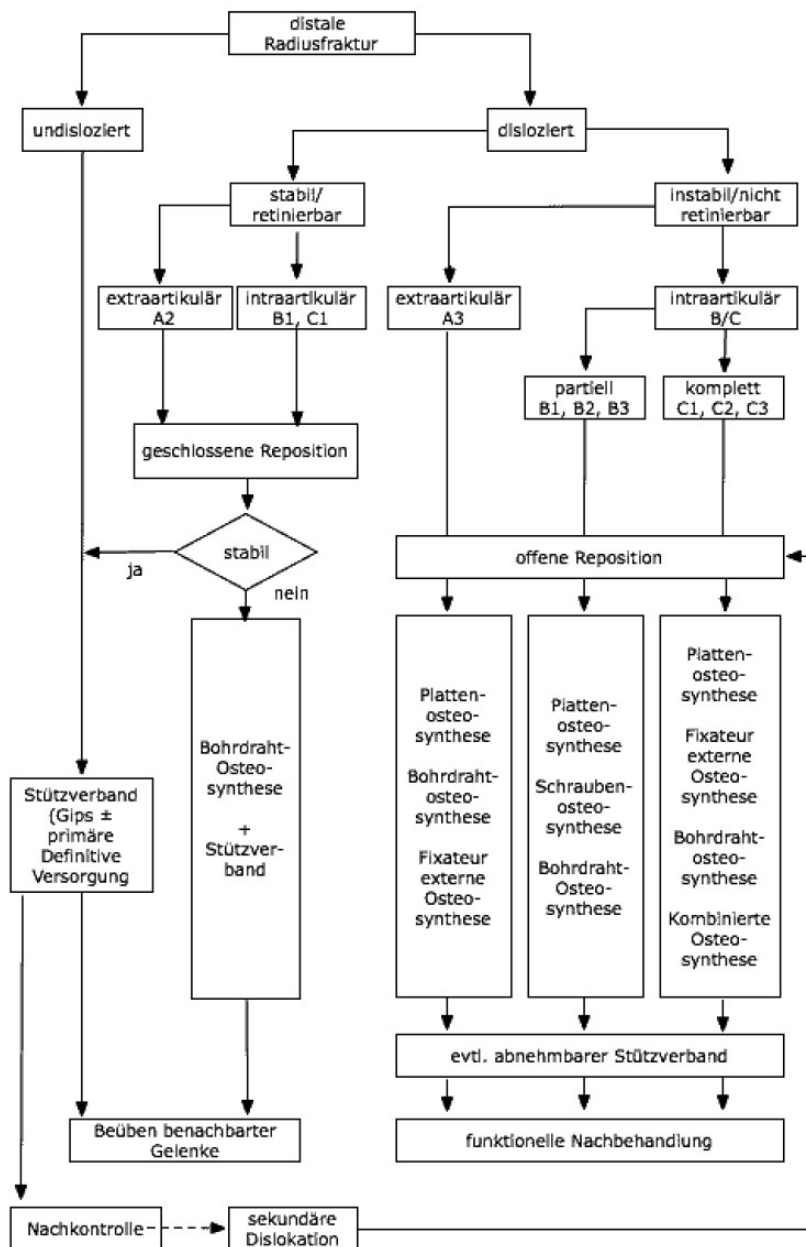
Gesellschaftsstrukturen, besteht die Forderung nach einer raschen schmerzfreien Wiederherstellung der Funktion durch eine anatomische Wiederherstellung der verletzten knöchernen und diskoligamentären Strukturen, sowie nach der Erkennung und Therapie verletzungsbedingter Komplikationen.^{1,20} Genauer gesagt ist das Ziel einer jeden Behandlung einer distalen Radiusfraktur, folgende Forderungen zu erfüllen:

- ❖ achsengerechte Stellung des distalen Radius in allen Ebenen zur Metaphyse des Radius (Toleranz: radiale Versetzung < 5 mm)
- ❖ Wiederherstellung der radiokarpalen Gelenkfläche (mit jeweils folgender Toleranz: radiale Kippung von 10°, palmare/dorsale Kippung von 5° und intraartikuläre Stufenbildung von maximal 3 mm)
- ❖ Wiederherstellung der Kongruenz des distalen Radioulnargelenks (mit einer Toleranz von Ulnaplus-/minusvariante < 4 mm)
- ❖ Stabilität des distalen radioulnaren Bandapparats und des distalen Radioulnargelenks
- ❖ stabile interkarpale, ulnokarpale und radiokarpale Bänder

Zusammenfassend ist zu sagen, dass, gemäß der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, für artikuläre und juxtaartikuläre Frakturen folgende Behandlungsprinzipien gelten: Wiederherstellung der Achse, Rotation und Länge, anatomische Rekonstruktion der Gelenkfläche, stabile Fixation und frühfunktionelle Nachbehandlung.⁶⁶

Alle oben genannten Ziele können am ehesten durch eine zum Unfallereignis zeitnahe Behandlung erzielt werden.²⁰ Hierbei hilft ein Algorithmus der unfallchirurgischen Leitlinien zur distalen Radiusfraktur:

Abbildung 6: Algorithmus der unfallchirurgischen Leitlinien zur distalen Radiusfraktur (67)



Algorithmus Indikationsstellung bei Distaler Radiusfraktur

2.6.1. Konservative Therapie

2.6.1.1. Prinzipien der konservativen Therapie

Stabile Frakturen, also Frakturen ohne Dislokation bzw. eingestauchte Frakturen und reponierte Frakturen ohne Redislokationstendenz³⁶ können im Gegensatz zu instabilen Frakturen konservativ behandelt werden. Folglich werden v.a. A2-

Frakturen, aber auch B1- und C1-Frakturen, des distalen Radius konservativ behandelt.²⁰

Eine hinreichende Schmerzausschaltung ist dabei Voraussetzung für eine optimale Reposition. Dazu geeignet ist eine lokale Bruchspaltanästhesie, eine Leitungsanästhesie in Form des subaxillären Plexusblockes und die Allgemeinnarkose.

Lorenz Böhler stellt in der „Technik der Knochenbruchbehandlung“ Anweisungen zur konservativen Therapie der distalen Radiusfraktur klar dar.

Zur Reposition wird der Patient zunächst auf dem Rücken liegend, die Schulter der betroffenen Extremität am Tischrand, der Oberarm in 90° Abduktion und der Unterarm in Neutralposition gelagert. Um die Fraktur wieder einzurichten, wird nach dem Prinzip von Zug und Gegenzug unter manuellem Druck gearbeitet. Der Zug verläuft über den Daumen, der wie der Zeige- und Ringfinger über Extensionshülsen, sog. „Mädchenfänger“, an einem Extensionsständer befestigt ist. Am Oberarm werden Gewichte mit drei bis fünf Kilogramm angebracht. Auf diese Weise wird eine Rotation des Karpus verhindert und die Hand in einer Mittelstellung gehalten. Die Zugdauer beträgt dabei fünf bis zehn Minuten.

Einige Frakturen sind also durch Zug und Gegenzug einzurichten, wohingegen die meisten Frakturen eine manuelle Reposition erforderlich machen. Dazu erfolgt nach entsprechender Anästhesie die Reposition des Bruchs durch dorsalen Druck auf das Speichenende und gleichzeitigem Gegendruck von palmar auf das distale und das proximale Fragment. Das Repositionsmanöver orientiert sich an der Frakturform. Wichtig ist es, die jeweiligen Verkippungen auszugleichen.

Durch das Anbringen einer dorsalen Gipsschiene wird die Fraktur ruhig gestellt. Das Handgelenk sollte sich dabei in Mittelstellung befinden. Die Schiene sollte bis zu den Zwischenfingerfalten reichen und seitlich den zweiten und fünften Mittelhandknochen bis zur Hälfte, sowie das Daumengrundgelenk bis zur Palmarseite umfassen. Über dem Handgelenk wird eine Delle modelliert. Eine Retention des Repositionsergebnisses soll über Ligamentotaxis erfolgen. Nach proximal soll die Gipsschiene bis zwei Querfinger distal des Ellenbogengelenks reichen. Dabei bleiben Beugung im Ellenbogengelenk und Rotation des Unterarms möglich. Es erfolgt daraufhin die radiologische Kontrolle des Repositionsergebnisses.

Sarmiento empfiehlt die Fixierung des Unterarms in Supinationsstellung, da auf diese Weise der M. brachioradialis am meisten entspannt sei.

Im Gegensatz dazu fand Lidström in einer prospektiven, randomisierten Studie heraus, dass wiederum bei Fixierung in Pronationsstellung die geringste Dislokation zu beobachten sei. In der Praxis wird meist eine Fixierung in Neutralposition, wie sie von Böhler empfohlen wird, durchgeführt. Eine freie Beweglichkeit im Ellenbogengelenk sowie die Beweglichkeit der Finger sollte hierbei nach Fixierung immer gegeben sein.²⁴ Die verletzte Extremität sollte hochgelagert werden. Dies vermeidet in der Regel eine zu starke Anschwellung.

Die Nachbehandlung von Frakturen des distalen Radius erfolgt individuell. Sie ist sowohl abhängig von dem vorliegenden Stabilitätsgrad der Fraktur als auch von der Belastungsfähigkeit des Osteosynthesematerials, von der Knochenqualität und von eventuell vorhandenen Begleitverletzungen.⁵⁶

Nach 24 Stunden muss der Gipsverband, sowie Durchblutung, Motorik und Sensibilität kontrolliert werden. Der Gips kann dann je nach Schwellung nach ca. zwei Tagen durch eine zirkuläre Gipsbinde geschlossen werden. Nach einer Woche muss der Gipsverband wiederum unter Zug und Gegenzug gewechselt werden, um eine mögliche Verschlechterung des Repositionsergebnisses nach Abschwellung des Armes zu verhindern.²⁴

In der Literatur wechseln die Angaben über die Methode der Ruhigstellung. Die Nachbehandlung ist ganz ohne Ruhigstellung oder mit volarer bzw. dorsaler Gipsschiene und Ruhigstellung im zirkulären Gipsverband beschrieben. Auch herrscht in der Literatur Uneinigkeit über die Dauer der Ruhigstellung. Zeitangaben schwanken zwischen einer und sechs Wochen, abhängig vom Frakturtyp und der Ausprägung der Dislokation. Klinisch bewährt hat sich eine Ruhigstellung von vier bis sechs Wochen.⁵⁶

Eine physiotherapeutische Betreuung beginnt sofort nach der primären Versorgung mit der Mobilisation aller Fingergelenke und des Ellenbogengelenks.²⁴ Dabei sind aktive und passive Mobilisationstechniken dazu da, die Beweglichkeit in Fingern, Ellenbogen und Schulter während der Phase der Ruhigstellung zu gewährleisten.⁵⁶ Röntgenkontrollen sollen engmaschig in regelmäßigen Abständen erfolgen, und zwar nach Anlage des Gipsverbandes, sowie z.B. nach 48 Stunden, nach sieben und 14 Tagen und nach vier Wochen, damit ermöglicht wird, dass bei einer Verschlechterung des Repositionsergebnisses eine erneute Reposition durchgeführt werden kann bzw. dass auf ein anderes Therapieverfahren umgestiegen werden kann.^{5,24}

Die Tatsache, dass es nach konservativer Therapie in ca. 20 – 30 % der Fälle zu anatomisch und funktionell unbefriedigenden Ausheilungsergebnissen kam, erklärt den Umstand, dass wie bereits erwähnt v.a. in den 80er Jahren ein Wechsel von der konservativen Therapie hin zur operativen Versorgung stattfand.³³ Auch zeigten Untersuchungen von Leung et al. an 111 Patienten mit intraartikulären distalen Radiusfrakturen, die konservativ behandelt wurden, ähnlich schlechte Ergebnisse. Bei 28% der Patienten fand sich ein Repositionsverlust. Die Frakturen mit diesem Repositionsverlust wurden wiederholt reponiert. Dabei erzielten nur 33% der nachreponierten Frakturen nach zwei Jahren ein gutes Ergebnis.⁶⁸

2.6.1.2. Konzept der konservativen Therapie in Regensburg

Trotz einer Vielzahl publizierter Therapiestudien konnte bislang keine Überlegenheit eines Therapiekonzeptes gefunden werden und es bestehen verschiedene Procedere der konservativen Therapie. Am Universitätsklinikum Regensburg ist der Ablauf wie folgt:

Am Unfalltag wird die Fraktur mittels Mädchenfänger in Aushang gebracht. Ist eine manuelle Reposition von Nöten, so erfolgt dies in Bruchspaltanästhesie. Daraufhin erfolgt die Anlage einer dorsoradialen Weißgipsschiene, welche nach distal bis zu den Metakarpophalangealgelenken reicht. Über dem Handgelenk wird eine Delle modelliert.

Nach der Versorgung der Fraktur wird eine radiologische Kontrolle durchgeführt. Durchblutung, Motorik und Sensibilität müssen am darauf folgenden Tag untersucht werden und es muss zusätzlich auf mögliche Druckstellen, verursacht durch den angelegten Gips, geachtet werden. Der Gipsschluss erfolgt am vierten Tag in Aushang und es wird eine weitere Röntgenkontrolle durchgeführt. Am elften Tag wird der Gips im Aushang abgenommen, ein funktioneller Cast angelegt und eine radiologische Kontrolle ausgeführt. Am 18. und am 28. Tag erfolgen weitere klinische und radiologische Kontrollen, wobei diejenige am 18. Tag entfallen kann, falls keine Manipulation stattfand. Je nach Ergebnis der Untersuchungen wird der Gips belassen, ein neuer Gips angelegt oder das Verfahren gewechselt. Die Immobilisation im Gips erfolgt je nach Ausmaß der knöchernen Konsolidierung für vier bis sechs Wochen.

2.6.2. Operative Therapie

Da nach konservativer Therapie in ca. 30% der Fälle mit schlechten Ergebnissen gerechnet werden muss, ist dann eine operative Therapie indiziert, wenn wie bereits erwähnt mindestens zwei der Instabilitätskriterien nach Jupiter vorliegen. Weitere Gründe für eine Operation können sein:

- ❖ Mehrfachverletzungen (Polytrauma)
- ❖ dislozierte intraartikuläre Frakturen
- ❖ sekundäre Dislokation nach konservativer Therapie
- ❖ Begleitverletzungen der Handwurzel und der Hand
- ❖ operationspflichtige lokale Zusatzverletzungen
- ❖ Sehnenverletzungen der oberen Extremität
- ❖ zweit- bis drittgradiger Weichteilschaden
- ❖ Durchblutungsstörungen nach Reposition
- ❖ traumatisches Karpaltunnelsyndrom

Werden all diese Kriterien berücksichtigt, kann entschieden werden, ob eine konservative bzw. operative Therapie indiziert ist. Dabei stellen osteoporotische Knochen und ein hohes Lebensalter im Allgemeinen keine Kontraindikationen für eine operative Versorgung dar.³⁵

Zusammenfassend muss zu einer Operation geraten werden, wenn eine ausreichende Reposition mit geschlossenen Behandlungsverfahren bzw. eine Retention in weitestgehend anatomischer Stellung bis zum Abschluss der Frakturheilung nicht erreicht werden kann.¹⁸

Oestern und Hüls berichteten bereits im Jahre 1994 von einer Operationsrate von 72,5%. Auch die Tatsache, dass in einer aktuelleren Arbeit von Maravic et al. bei Patienten über 45 Jahren in 83% der Fälle eine operative Therapie unternommen wurde, zeigt den deutlichen Trend in Richtung operativer Versorgung der distalen Radiusfrakturen.¹⁸

2.6.2.1. Kirschnerdrahtosteosynthese

Mittel der Wahl bei distalen Radiusfrakturen im Kindes- und Jugendalter, wenn die Wachstumsfugen noch offen sind, sind die geschlossene Reposition und die Kirschnerdrahtosteosynthese, falls eine operative Versorgung nötig sein sollte.³⁵

Bei Erwachsenen ist die Kirschnerdrahtosteosynthese bei Frakturen mit nicht oder nur gering dislozierten Frakturfragmenten möglich.⁶⁹ Dies trifft v.a. auf A2-, A3-, B1- und C1-Frakturen nach AO-Klassifikation zu. Wenig Erfolg versprechend ist dieses Verfahren bei zusätzlich osteoporotischen Knochen mit Defekten. Hier kommt es häufiger zu einem sekundären Korrekturverlust und unterschiedlich ausgeprägten Spätfolgen.²⁰ Bestehen palmare Trümmerfrakturen, nicht reponierte intraartikuläre Stufenbildungen oder eine hochgradige Instabilität bei ausgedehnten Trümmerzonen oder sind die Frakturfragmente deutlich disloziert, so ist diese Art der Therapie sogar kontraindiziert.^{69,70}

Die Fixierung mittels Kirschnerdrahtosteosynthese kann in Lokalanästhesie erfolgen, wenn das geschlossene Verfahren angewandt wird. Bei der offenen Kirschner-Draht-Fixation wird meist eine Plexus- oder Allgemeinanästhesie durchgeführt.

Zunächst kann der Arm auf einem Armtisch gelagert und die Reposition durch Zug und Gegenzug durchgeführt werden. Genauso kann die Reposition und Stabilisierung wie bei der konservativen Therapie über sog. „Mädchenfänger“ am Daumen, Zeige- und Ringfinger erfolgen. Dabei ist die Technik der Reposition die gleiche wie bei der konservativen Behandlung.

Als sicherer Zugangsweg, um eine Verletzung eines Nervenastes des N. radialis superficialis zu vermeiden, gilt die perkutane Fixierung über die Tabatière.⁷¹ Dabei handelt es sich um eine Hautgrube, die durch die Sehnen des M. abductor pollicis longus, des M. extensor pollicis brevis und des M. extensor pollicis longus begrenzt wird. Proximal davon befindet sich das Retinaculum musculorum extensorum, der Boden wird von Os scaphoideum und Processus styloideus radii gebildet.²⁶

Bei den Operationstechniken unterscheidet man wie bereits erwähnt zwischen einer geschlossenen und einer offenen Kirschnerdrahtspickung.

Bei der geschlossenen Fixation wird unter Bildwandlerkontrolle die erwünschte Lage der K-Drähte auf die Haut des Handrückens dargestellt. Verwendet werden Kirschner-Drähte von 1,6 bis 2 mm Durchmesser. Zwei bis drei Stück werden vom Processus styloideus radii aus nach proximal ulnar gebohrt. Sie schließen mit der Längsachse des Radius einen Winkel von 30 bis 45° ein. Die Drähte sollen fest in

der Gegenkortikalis verankert sein und sich in beiden Ebenen überkreuzen. Ein zusätzlicher Kirschner-Draht kann von proximal radial nach distal ulnar ebenfalls als überkreuzender Draht eingebracht werden.

Handelt es sich bei der distalen Radiusfraktur um eine Fraktur mit Gelenkbeteiligung, so wird zunächst ein zum Gelenk paralleler Kirschner-Draht eingebracht oder es erfolgt die Stabilisierung des ulnaren Fragments von dorso-lateral her mit einem weiteren K-Draht. Dieser soll das reponierte Radioulnargelenk stabilisieren.

Bei dieser Therapiemethode besteht die Gefahr der Verletzung eines Astes des N. radialis superficialis. Aus diesem Grund wird häufig das offene Verfahren empfohlen. Dabei erfolgt die Freilegung des Processus styloideus radii durch eine zum Hautast des N. radialis parallele ca. 1 cm lange Längsinzision an der Basis der Tabatière. Dabei wird der R. superficialis freigelegt und daraufhin die Fraktur entsprechend dem geschlossenen Verfahren stabilisiert.⁷¹

Nach der Technik nach Clancy werden perkutan zwei K-Drähte vom Processus styloideus radii aus durch die Metaphyse des Radius in die ulnare Kortikalis eingebracht. Ein weiterer Stift, der von distal dorsoulnar nach proximal palmar gelegt wird, soll der Abstützung der Radiusgelenkfläche dienen.²¹

Im Jahre 1976 wurde die Methode nach Kapandji erstmals beschrieben.⁷¹ Der erste K-Draht wird am Tuberculum Listeri (zwischen der Sehne des M. extensor pollicis longus und der des M. extensor carpi radialis) so weit wie möglich proximal in die Frakturzone in einem Winkel, der etwa 90° einschließt, eingebracht. Daraufhin wird er um 45° nach distal gekippt und in der proximalen Gegenkortikalis verankert. Entweder wird ein zweiter Kirschner-Draht in kombinierter Technik eingebracht, oder von lateral zwischen der Sehne des M. abductor pollicis und der des M. extensor pollicis longus eingeführt. Ein dritter Draht ermöglicht die Fixierung des ulnarseitigen Anteils der distalen Radiusfraktur und wird zwischen den Strecksehnen des Kleinfingers und denjenigen der Langfinger eingeführt.⁷⁰ Die distalen Fragmente werden allerdings nicht gefasst, sondern mittels der K-Drähte in Reposition gehalten. Zunächst empfahl Kapandji die Verwendung von zwei, später von drei Kirschner-Drähten. Diese sollten an ihren jeweiligen Enden abgerundet werden, damit Sehnen- und Nervenverletzungen besser vermieden werden konnten.⁷¹

Eine Cochrane-Metaanalyse zeigte, dass es keine eindeutige Überlegenheit eines Verfahrens gibt. Die Methode nach Kapandji wies jedoch eine höhere Komplikationsrate im Vergleich zu den anderen Verfahren auf.¹⁰

Nach einer operativen Versorgung mittels Kirschner-Drähten erfolgt eine Ruhigstellung im gespaltene Rundgips. Nachdem die Weichteile abgeschwollen sind, wird ein zirkulärer Unterarmbycast angelegt. Eine tägliche Kontrolle und Reinigung der Eintrittsstellen der Drähte ist obligat, um Infektionen zu vermeiden.⁵⁶ Durchschnittlich wird eine Ruhigstellung von ca. vier Wochen empfohlen, die Kirschner-Drähte werden noch zwei Wochen länger belassen. Nach sechs Wochen erfolgt in Lokalanästhesie die Implantatentfernung, wobei es in einigen Kliniken üblich ist, die Drähte nach außen stehen zu lassen, um dadurch die Entfernung des Materials zu erleichtern.⁷¹

Röntgenaufnahmen werden am ersten und elften postoperativen Tag, sowie in der vierten und sechsten postoperativen Woche durchgeführt.

Die Finger-, Ellenbogen und Schultermobilisation erfolgt ab dem ersten postoperativen Tag, die intensive Beübung des Handgelenks nach sechs Wochen.⁵⁶

In einer Untersuchung von Kirchner et al. im Jahre 1994 konnte gezeigt werden, dass sich die Kirschner-Draht-Osteosynthese bei gezielter Indikationsstellung durch Vermeidung von Nachrepositionen, einfache Handhabung und minimale Weichteiltraumatisierung auszeichnet. Deshalb sollte diese Therapiemethode als Ergänzung und als gezieltere Therapie von distalen Radiusfrakturen angesehen werden.

Auch aktuelle Untersuchungen zeigen, dass durch perkutane K-Draht-Fixierung vergleichbare Ergebnisse wie bei einer palmaren Plattenosteosynthese erzielt werden können.^{70,72}

Jedoch stellt der sog. sekundäre Korrekturverlust trotz vorhandener Kirschner-Drähte ein Problem bei diesem Operationsverfahren dar. So stößt es v.a. bei osteoporotischen Frakturen an seine Grenzen. Es kann zu einer sekundären Dislokation mit erneuter dorsaler Verkipfung und einer Sinterung mit Verkürzung des Radius kommen, was dann mit nur mäßigen funktionellen Ergebnissen einhergeht.⁷⁰

Zusammenfassend handelt es sich also bei der perkutanen Kirschner-Draht-Osteosynthese um ein bei richtiger Indikation sicheres, rasches und v.a. wirtschaftliches Operationsverfahren. Dem gegenüber stehen mehrere nachteilige Faktoren, wie z.B. die Tatsache, dass aufgrund der mangelnden biomechanischen Stabilität auf die postoperative Ruhigstellung nicht verzichtet werden kann, was eine frühfunktionelle Nachbehandlung unmöglich macht. Vougt und Lill zeigten in ihren Untersuchungen, dass eine Wiederaufnahme der „activities of daily living“ bei der Versorgung mittels K-Drähten erst nach acht Wochen und bei einem offenen

Verfahren bereits nach vier Wochen möglich ist.⁷⁰ Des Weiteren muss man sich der Tatsache bewusst sein, dass sich die Drähte infizieren können bzw. sich lockern und daraufhin wandern können.⁷³ Nachfolgend kann es zu Haut- und Sehnenalterationen kommen. Auch die Tatsache, dass das Osteosynthesematerial wieder entfernt werden muss und somit ein obligater Zweiteingriff durchgeführt werden muss, stellt einen weiteren Nachteil dar. Über die Anwendung dieses Operationsverfahrens sollte aus diesem Grund von Patient zu Patient individuell entschieden werden.⁷⁰

2.6.2.2. Schraubenosteosynthese

Die Schraubenosteosynthese kommt bei nicht dislozierten Abrissfrakturen des Processus styloideus radii zum Einsatz. Nach AO-Klassifikation handelt es sich dabei um B1-Frakturen.³⁵

Bei dieser Therapiemethode erfolgt der Hautschnitt über dem Processus styloideus radii und die Darstellung der Fraktur zwischen dem ersten und zweiten Strecksehnenfach. Auch der R. superficialis des N. radialis muss dargestellt werden. Nun muss das Processus styloideus radii – Fragment reponiert werden. Dies kann entweder manuell oder mit Hilfe einer Repositionszange erfolgen. Bei einigen Frakturen ist nun zunächst die Stabilisierung mittels zweier Kirschner-Drähte indiziert. Daraufhin können diese gegen zwei Schrauben ausgetauscht werden, bzw. es wird ein K-Draht belassen und der andere durch eine Zugschraube ersetzt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Schrauben parallel eingebracht werden, damit eine gleichmäßige Kompression erzielt werden kann.⁷¹

Eine zusätzliche Ruhigstellung nach Gipsanlage ist hierbei in den meisten Fällen für ca. eine bis vier Wochen erforderlich.²¹ Diese Form der Osteosynthese ist bei ca. 7% der distalen Radiusfrakturen indiziert.³⁵

2.6.2.3. Fixateur externe

Besteht ein höhergradiger offener oder geschlossener Weichteilschaden, so ist oft die Anlage eines Fixateur externe als primär temporäres bzw. in Abhängigkeit von Knochenqualität und Art der Fraktur auch als definitives Verfahren indiziert. Meist ist dies der Fall bei instabilen Frakturen mit ausgeprägten spongiösen Defektzonen und epiphysären Trümmerzonen, was nach AO-Klassifikation einer C3-Fraktur entspricht. Auch bei Frakturen vom Typ A3, also bei instabilen metaphysären Trümmerfrakturen,

kommt der Fixateur von Zeit zu Zeit zum Einsatz. Therapie der Wahl ist er im Rahmen der Erstversorgung von Verletzten nach Polytraumen.³³

Mit der Einführung der winkelstabilen Implantate findet der Fixateur heutzutage häufig immer noch zur Akutbehandlung bei Mehrfachverletzungen Verwendung, wobei nach der primären Stabilisierung mittels Fixateur der Verfahrenswechsel auf eine innere Osteosynthese möglich ist. Im Fixateur ausbehandelt werden noch Gelenkfrakturen mit multiplen Fragmenten, deren Reposition mittels innerer Osteosynthesen nicht gehalten werden kann.³⁵

Der Fixateur externe kann sowohl Gelenk überbrückend, als auch nur im distalen Radius und Radiuschaft eingebracht werden.⁷⁴ Das Gelenk überbrückende Verfahren beruht auf der sog. Ligamentotaxis,²⁰ ein Begriff der von Vidal im Jahre 1977 geprägt wurde.⁷⁵ Dies beschreibt die Tatsache, dass dislozierte größere Fragmente durch die an ihnen ansetzenden, nicht verletzten Bänder durch ständigen Längszug anatomisch reponiert und gehalten werden.²⁰

Zur Anlage des Fixateur externe befindet sich der Patient auf dem Rücken liegend, die verletzte Extremität ist auf einem Armtisch gelagert, der Ellbogen ist frei.³³ In Regional- bzw. Allgemeinnarkose und nach horizontalem bzw. vertikalem Längszug erfolgt die manuelle Reposition mit Kontrolle im Röntgenbildverstärker.²¹ Je zwei Pins des Fixateurs, auch Schanz-Schrauben genannt, werden proximal in den Radiuschaft und distal in den zweiten Mittelhandknochen eingebracht.³³ Zur Versorgung der Fraktur sind kleine Fixateure mit Schanz-Schrauben von 2,5 mm Durchmesser gut geeignet.⁷⁶ Nach einer Stichinzision der Haut dorsolateral über dem Radiuschaft werden die Weichteile mit Hilfe eines Klemmchens gespreizt. Unter Wundspreizung werden beide Kortikales in einem Bohrwinkel von 45° von dorsoradial bzw. 45° von proximal durchbohrt. Distal erfolgt das Einbringen der zweiten Schanz-Schraube, jetzt 45° nach distal geneigt. Am zweiten Mittelhandknochen wird identisch verfahren, hier mit einer Bohrrichtung von 45° von distal bzw. radial zur Einbringung der ersten Schanz-Schraube. Daraufhin wird die zweite Schraube mit einer Bohrrichtung von 45° von proximal eingebracht und es erfolgt eine Fixierung mittels starrer äußerer Längsträger, einer sog. Rohr-zu-Rohr-Montage. Ist nach Bildwandlerkontrolle ein befriedigendes Ergebnis erzielt, wird eine zweite Verbindungsstange montiert und die Backen,³³ welche das Einbringen der Knochenschrauben von dorsal parallel zur Gelenklinie des Radius erlauben, werden fixiert.⁷⁷

Bei der Anlage eines Rahmenfixateurs wird der vierte Mittelhandknochen und die distale Ulna mit einbezogen, was v.a. komplexe zusätzliche Weichteilverletzungen temporär erforderlich machen.²⁰

Nach Anlage eines Fixateurs ist die engmaschige klinische Kontrolle obligat. Ist ein Verfahrenswechsel geplant, muss dabei der richtige Zeitpunkt in Abhängigkeit von der Gesamtsituation des Patienten und in Abhängigkeit von der Weichteilsituation gewählt werden. Handelt es sich um einen gelenküberbrückenden Fixateur, so besteht nur die Möglichkeit der Finger-, Ellenbogen- und Schulterkontrolle, d.h. die freien Gelenke müssen aktiv beübt werden, damit einer Einsteifung vorgebeugt werden kann. Genau wie bei der Versorgung mit Kirschner-Drähten müssen die Pineintrittstellen täglich kontrolliert werden. Der Fixateur externe wird in der Regel ca. vier bis sechs Wochen belassen.

Röntgenkontrollen erfolgen in der zweiten, vierten, sechsten und achten Woche postoperativ. Nachdem der Fixateur abgenommen wurde, soll sofort mit der passiven, dann zunehmend mit der aktiven Beübung der ruhig gestellten Gelenke begonnen werden.⁵⁶

Uneinigkeit besteht in der Literatur über die Dauer des aufrechtzuerhaltenden Längszugs über dem Handgelenk durch den Fixateur. Sicher ist man sich nur darüber, dass ein dauerhafter Längszug über die sechste Woche hinaus das Vorkommen eines chronischen regionalen Schmerzsyndroms und die Häufigkeit von funktionellen Störungen deutlich erhöht.²⁰

Um eine frühfunktionelle Behandlung trotz Gelenk überbrückender Anlage möglich zu machen, wurden dynamische Fixateure im Gegensatz zu den oben beschriebenen statischen Modellen entwickelt.⁷⁸ Ein Beispiel dafür ist der von Asche entwickelte Bewegungsfixateur. In diesem Fall sollte eine additive Kirschner-Draht-Fixierung durchgeführt werden, damit der Fixateur frühzeitig entfernt werden kann.⁷¹ Allerdings konnten sich diese wegen zu hohen Komplikationsraten und mangelnder Stabilität nicht durchsetzen.⁷⁸

Da sich während der durchschnittlichen Tragezeit die nach Entstauchung entstandene Knochenhöhle noch nicht wieder spontan aufgefüllt hat, dies würde ca. acht bis zwölf Wochen dauern, ist es bei der Verwendung eines Fixateurs des Öfteren von Nöten, eine zusätzliche Defektauffüllung durchzuführen. Derzeit werden dazu auto- bzw. homologer Knochen, Knochenersatzstoffe wie bovines Hydroxylapatit (Endobon®), Biocoral, oder Calciumsulfat (Gipsplombe) verwendet.¹⁶

Vorteile, die die Verwendung eines Fixateurs mit sich bringt, sind u.a. die kurze Operationsdauer, breite Anwendungsgebiete, sowie die Möglichkeit, dass zusätzlich stabilisierende sowie weiterführende diagnostische Maßnahmen ergriffen werden können.²⁰ Untersuchungen von Haddad et al. bestätigen die guten Ergebnisse, die v.a. bei intraartikulären Frakturen des distalen Radius mit einem Fixateur erzielt werden können. 31% der untersuchten 43 Patienten erzielten exzellente, 61% gute und 5,5% ausreichende Ergebnisse. Nur 2,5% der Patienten zeigten ein schlechtes Outcome.⁷⁹

In einer Metaanalyse untersuchten Handoll et al. 1.022 Patienten, um die Versorgung mittels Fixateur externe mit einer konservativen Therapie zu vergleichen. Der Fixateur zeigte dabei im Vergleich zur konservativen Therapie hinsichtlich der anatomischen Rekonstruktion und Repositionsretention bessere Ergebnisse. Betrachtet man die klinischen und funktionellen Ergebnisse, so war keine Überlegenheit sichtbar. Bei der Therapie mit dem Fixateur externe war eine hohe Komplikationsrate, meist kam es zu Pin-Infektionen, auffällig.⁶

Bei der Anlage eines Fixateurs ist des Weiteren darauf zu achten, dass eine Läsion eines Astes des N. radialis superficialis sowie eine tangentielle Platzierung der Schanz-Schrauben, was eine Fragmentierung des Knochens nach sich ziehen kann, vermieden werden sollen. Mit einer hohen Komplikationsrate ist die Verwendung eines Fixateurs bei älteren Menschen mit osteoporotischen Knochen und atrophischer Haut verbunden. Häufig kommt es dabei zu bleibenden Bewegungseinschränkungen und tiefen Wundinfektionen. Auch können Verletzungen der intrinsischen Bänder, v.a. Verletzungen des SL-Band-Apparats, in Folge des Dauerzugs im Fixateur maskiert werden.²⁰ Patienten beklagen sich des Öfteren darüber, dass sie durch die äußere Fixation eingeschränkt und gestört sind oder sich gar daran verletzen. Da wie bereits erwähnt diese Extensionsbehandlung über Wochen gehalten werden muss, kann es zu erheblichen Bewegungseinschränkungen kommen. Untersuchungen von Woltmann et al. zeigten, dass der Fixateur in der BG-Unfallklinik Murnau lediglich bei 7% der distalen Radiusfrakturen angewandt wird.³⁵

2.6.2.4. Intramedulläre Osteosynthese

Neben den winkelstabilen Plattenosteosynthesen, auf die später noch genauer eingegangen wird, wurden auch winkelstabile Systeme in Form von intramedullären Nägeln entwickelt, welche winkelstabil verriegelt werden können.³⁵

Der Zugang erfolgt zwischen dem ersten und zweiten Strecksehnenfach auf Höhe des Processus styloideus radii und erfordert auf diese Weise eine deutlich geringere Weichteildissektion. Der Knochen liegt dabei direkt subkutan.

Die intramedulläre Lage soll ein hohes Maß an Stabilität gewährleisten, sowie die Zugangsmorbidität und die sekundäre Implantatentfernungen verringern, da die Metallentfernung nicht zwingend erfolgen muss. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Lage des Implantats beim Beugen und Strecken im Handgelenk die Sehnenkrepitation minimiert werden kann.

Bei diesem Verfahren wurden in der Vergangenheit gelegentlich sog. Ender-Nägel verwendet. Diese konnten sich allerdings wegen der fehlenden Rotationsstabilität nicht durchsetzen.

In einer prospektiv randomisierten Studie von Gradl et al. wurde ein rotationsstabiles Implantat (Targon® DR) untersucht. Dieses besteht aus vier winkelstabilen Schrauben im distalen Fragment und einem Hybrid aus Platte und Nagel bzw. einem Marknagel mit Gelenkkomponente. Die intramedulläre Versorgung sollte mit der Therapie mittels palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese verglichen werden. Es wurden 122 Patienten untersucht, wobei sich zeigte, dass die intramedulläre Versorgung zu einer signifikant schnelleren Restitution der Dorsalextension und Palmarflexion und zu signifikant weniger Schmerzen führte.⁸⁰

Mit Hilfe dieses Verfahrens konnten also erste positive Ergebnisse in der Versorgung der distalen Radiusfraktur erzielt werden. V.a. die stabile Versorgung von extraartikulären Frakturen mit dorsaler Trümmerzone (A3-Frakturen), sowie von Frakturen osteoporotischer Knochen war mit diesem Verfahren möglich.¹⁸

Allerdings sind hierzu noch weitere Untersuchungen nötig, um den Stellenwert dieser Osteosynthese in der Therapie der distalen Radiusfraktur besser einschätzen zu können.³⁵

2.6.2.5. Konventionelle Plattenosteosynthese

Vor allem bei jüngeren Patienten mit guter Knochensubstanz wird als operative Therapie in Abhängigkeit der Frakturform gerne die Plattenosteosynthese verwendet. Bei Frakturen des distalen Radius unterscheidet man grundsätzlich zwischen dorsalen und palmaren Plattenosteosynthesen. Pechlaner gab noch eine Kombination aus einer palmaren Plattenosteosynthese und eines kortikospongiösen Spans aus dem Beckenkamm zur Wiederherstellung der streckseitigen Abstützung als weitere Möglichkeit an. Als Implantate für diese Verfahren stehen Radiusplatten verschiedener Dimension und Form zur Verfügung.⁸¹ Formadaptierte, kleindimensionierte Platten der Größe 2,0 mm, 2,4 mm und 2,7 mm existieren heutzutage auch als winkelstabile Platten, auf die später noch genauer eingegangen werden soll, und werden bei kleineren Fragmenten juxtaartikulär den größer dimensionierten 3,5 mm-Abstützplatten vorgezogen.²⁰ Bei den konventionellen Platten kommt die Stabilität im Gegensatz zu den winkelstabilen Platten durch Haftreibung zustande, welche sich aus axialer Schraubenkraft und Anpressdruck der Platte zusammensetzt. Die Schrauben werden dazu bikortikal fest angezogen, wodurch die Platte fest angepresst wird. Lockert sich die Schraube im Knochen, so verliert die Osteosynthese ihre ursprüngliche Stabilität.^{35,71,81}

Des Weiteren werden konventionelle Plattenosteosynthesen sowohl von dorsal als auch von palmar mit einer dorsalen Spongiosaplastik kombiniert, damit genügend Stabilität auf der Gegenkortikalis gewährleistet ist. Eine extrinsische Stabilisierung, z.B. durch Anlage eines Gipses, ist bis zum Beginn der knöchernen Konsolidierung nötig.³⁵

2.6.2.5.1. Dorsale Plattenosteosynthese

Bei B2- und B3-Frakturen, sowie gelegentlich bei A3-Frakturen ist die Therapie mittels dorsaler Plattenosteosynthese möglich. C-Frakturen können in seltenen Ausnahmefällen ebenfalls eine Indikation für diese Art der Versorgung darstellen, wobei in diesem Fall häufig die Kombination mit einem Fixateur externe nötig ist.⁷¹

Unmittelbar posttraumatisch wird nach einer Röntgenkontrolle in zwei Ebenen die geschlossene Reposition nach kontinuierlicher vertikaler Distraction im Mädchenfänger unter Bildwandlerkontrolle durchgeführt.

Der Patient befindet sich während des operativen Eingriffs in Rückenlage.⁶¹

Der Zugangsweg ist gerade oder leicht S-förmig in der Mitte des distalen Radius, zwischen dem dritten und vierten Strecksehnenfach,⁷¹ mit einem Schwerpunkt auf Höhe des Radiokarpalgelenks nach proximal ulnar. Der R. superficialis des N. radialis wird präpariert und beiseite gehalten.⁶¹ Das Retinaculum musculorum extensorum wird zwischen dem zweiten und dritten Strecksehnenfach Z-förmig gespalten.³³ Daraufhin erfolgt die Mobilisierung der Sehne des M. extensor pollicis longus, welche bei Wundverschluss oberhalb des Retinakulums, also subkutan, verbleibt. So wird ein direkter Kontakt mit dem Implantat bzw. eine Sehnenverletzung durch Ischämie verhindert. Ggf. wird die Gelenkkapsel durch eine Längsarthrotomie im Bereich des SL-Bandes eröffnet, um eine bessere Übersicht über die radiale Gelenkfläche des Karpus zu erhalten.⁷¹ Nun erfolgen die Darstellung der Fraktur und die offene Reposition.⁶¹ Zuerst wird das Processus styloideus radii-Fragment reponiert und mit einem Kirschner-Draht fixiert. Daraufhin erfolgt die Reposition der dorsalen Randfraktur gegen das Os scaphoideum und das Os lunatum sowie die Korrektur der dorsalen Subluxation des Karpus. Mit Hilfe eines Bildwandlers bzw. über eine dorsale Querarthrotomie wird die intraartikuläre Kongruenz überprüft. Die Gelenkfragmente können dann gegen das palmare Radiusfragment fixiert werden. Die von dorsal applizierte Plattenosteosynthese dient hierbei als Abstützplatte. Besteht ein metaphysärer Defekt, ist ggf. eine Spongiosaplastik indiziert.

Nach der operativen Versorgung kann eine kurzfristige Ruhigstellung in einer palmaren Unterarmgipsschiene bis zur Wundheilung und Abschwellung der Extremität sinnvoll sein. In Abhängigkeit von der Stabilität der Osteosynthese und der Knochenstruktur soll anschließend eine rasche Mobilisierung erfolgen.⁷¹ Dies beinhaltet die aktive Mobilisierung von Schulter, Ellenbogen und Fingern. Bei übungstabiler Osteosynthese kann das Handgelenk ca. zwischen dem vierten und siebten postoperativen Tag aus einer abnehmbaren Schiene heraus aktiv mobilisiert werden, wenn die Wundheilung gesichert ist. Besteht keine Übungsstabilität, so soll eine konsequente Immobilisierung zwischen vier und sieben Wochen eingehalten werden.⁶¹ Röntgenkontrollen werden nach Gipswechsel, am elften postoperativen Tag und in der vierten und sechsten postoperativen Wochen durchgeführt.⁵⁶

Die Indikation zur Metallentfernung richtet sich nach möglichen Irritationen durch die Implantate bzw. nach möglichen Komplikationen. Dorsale Plattensysteme werden im Gegensatz zu palmaren Platten oder Schrauben eher entfernt. Hier ist das Risiko einer Irritation und sekundären Schädigung der Weichteile erhöht.³¹ Nach erneuter

Röntgenkontrolle wird die Materialentfernung nach ca. sechs Monaten durchgeführt.⁸²

Das Verfahren mittels dorsaler Plattenosteosynthese hat den Vorteil, dass die intraartikulären Frakturen und die dorsalen Trümmerzonen direkt angegangen und unter Sicht reponiert werden können.⁵⁶

Komplikationen, die sich bei diesem Therapieverfahren ergeben können, sind v.a. sekundäre Sehnenrupturen, die z.B. durch die Kanten der Platten verursacht werden. Aus diesem Grund ist bei Wundverschluss darauf zu achten, dass die Sehnen, und dabei v.a. die Sehne des M. extensor pollicis longus, frei gleiten können.⁷¹ Untersuchungen von Vasenius zufolge muss nach Sehnenrupturen oder Tenosynovitiden als typische Komplikationen bei Verwendung von dorsalen Plattenosteosynthesen in 32% der Fälle eine erneute Operation durchgeführt werden.⁷² Die Entwicklergruppe konnte in einer Multicenterstudie eine gute Stabilität des Implantates bei komplexen Hochenergiefrakturen nachweisen, allerdings beschrieben auch sie eine relativ große Anzahl an Strecksehnenirritationen. Aktuell besteht ein Trend in Richtung palmarer Zugang am distalen Radius.⁸²

2.6.2.5.2. Palmare Plattenosteosynthese

Die Indikation für eine Therapie mittels palmarer Plattenosteosynthese ist v.a. bei den sehr instabilen B3-Frakturen gegeben.⁷¹ Auch für alle A2- und A3-Frakturen kann die palmare Plattenosteosynthese empfohlen werden.¹⁶ Bei den meisten C-Frakturen finden die Schrauben in der distalen Trümmerzone meist nicht genügend Halt.

Der Patient befindet sich während des operativen Eingriffs wie bei der Versorgung mittels dorsaler Plattenosteosynthese in Rückenlage.⁶¹ Der Arm wird auf einem Armtisch gelagert und im Handgelenk durch eine Rolle überstreckt.³³

Je nach Frakturform wird entweder ein palmarer Standardzugang oder ein erweiterter palmarer Zugang mit Eröffnung des Karpalkanals gewählt.⁸¹

Bei ersterem Verfahren erfolgt der Zugangsweg über eine radiale Längsinzision, hauptsächlich zwischen dem M. flexor carpi radialis und der A. radialis. Dabei wird der M. pronator quadratus radial abgelöst und mittels Raspatorium nach ulnar verschoben.⁷¹ Analog zur dorsalen Handgelenkkapsel kann auch hier die palmare Handgelenkkapsel quer eröffnet werden.⁶¹ Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass dadurch die radiokarpalen Bänder verletzt werden können und dies im weiteren

Verlauf möglicherweise zu einer postoperativen Instabilität führen kann. Daraufhin erfolgt unter Bildwandlerkontrolle die Reposition, welche am einfachsten über ein Hypomochlion, welches dorsalseitig unter das Handgelenk gelegt wird, erreicht werden kann. Auf diese Weise ist eine Reposition in Hyperextension in maximaler Supination einfacher durchzuführen.⁷¹ Ist die Gelenkfläche eingebrochen, so ist es oft nötig, diese von proximal nach distal hochzustößeln und zu rekonstruieren. An dieser Stelle muss daraufhin z.B. durch eingebrachte Beckenkammpongiosa oder durch einen interponierten Beckenkammspan einer sekundären Dislokation vorgebeugt werden.⁶¹

Von Zeit zu Zeit kann es hilfreich sein, die Fraktur temporär mittels Kirschner-Drähte zu stabilisieren. In diesem Fall werden Kirschnerdrähte mit einem Durchmesser von 1,2 bis 1,5 mm verwendet und in schräger Verlaufslinie außerhalb der späteren Plattenlage eingebracht.⁷¹

Eine spezielle Radius-T-Platte bzw. speziell anatomisch vorgebogene Systeme dienen bei diesem Verfahren als Osteosynthese.³³ Die Platte wird so angelegt, dass sie im zentralen Anteil noch etwas absteht, während sie sich proximal und distal bereits abstützt. Die Löcher der Platte werden nun mit Schrauben besetzt. Bevor diese ganz fest gezogen werden, kann noch eine Feinjustierung der Platte erfolgen.⁸¹ Nach Anpassung, Prüfung von Stabilität und Plattenlage sowie nach radiologischer Kontrolle wird die Platte durch festes Anziehen der Schrauben definitiv fixiert.⁷¹ Dadurch wird das palmare Fragment reponiert und die Fraktur unter Druck gesetzt.⁸¹ Postoperativ kann für eine kurze Zeitspanne eine Gipsschiene angelegt werden.

Die Nachbehandlung gestaltet sich ähnlich wie die Nachbehandlung nach Versorgung mit einer dorsalen Plattenosteosynthese. Schulter, Ellenbogen und Finger sollen frühest möglich aktiv mobilisiert werden.⁷¹

Röntgenkontrollen werden nach Gipswechsel, am elften postoperativen Tag und in der vierten und sechsten postoperativen Woche durchgeführt.⁵⁶

Betrachtet man die Vor- und Nachteile dieses Behandlungsverfahrens, so bedeutet diese Art der Therapie auf der einen Seite zwar einen größeren operativen Aufwand, jedoch wird dadurch auf der anderen Seite eine frühe Physiotherapie und größtmögliche Unabhängigkeit durch primäre Gebrauchsstabilität ermöglicht. Ein weiterer Vorteil der palmaren Plattenosteosynthese besteht darin, dass sie, bei korrektem und komplikationslosem Einsatz, nicht zwingend wieder entfernt werden muss, falls keine Beschwerden bei dem Patienten auftreten,¹⁶ da sie in der Grube,

die vom M. pronator quadratus gebildet wird, ohne Irritationspotenzial eingebettet werden kann.³⁵

Allerdings stellt der sekundäre Repositionsverlust das Hauptproblem bei dieser Art der Versorgung dar.^{21,66,83}

2.6.2.6. Winkelstabile Plattenosteosynthese

Eine erhebliche Bereicherung für die operative Behandlung der distalen Radiusfraktur war die winkelstabile Plattenosteosynthese, die im Jahre 2000 eingeführt wurde.³⁵

Bei diesen Platten ist in den Schraubenlöchern der Platte ein Gewinde eingearbeitet. Durch die Verwendung von Schrauben, deren Köpfe ebenfalls ein Gewinde haben, können diese in die Platte gedreht werden und sind dann über diese Gewinde winkelstabil miteinander verbunden. Ein Abkippen der Schraube im Schraubenloch wird dadurch verhindert.³¹

Aus biomechanischen Studien geht hervor, dass diese Implantate ein höheres Maß an Stabilität für die Retention der distalen Radiusfraktur im Vergleich zu konventionellen Platten gewährleisten. Winkelstabile Platten sind nicht vom Schraubenhalt im Knochen abhängig, sondern unterstützen diesen direkt durch ihren Interferenzeffekt. Die Stärke der Fixation entspricht der Summe aller Berührungsflächen zwischen Schrauben und Knochen. Die Osteosynthese erfolgt nach dem Prinzip eines Fixateur interne. Zur Stabilisierung ist keine Kompression nötig, deshalb wird die Durchblutung des Periosts nicht beeinträchtigt. Kommt es zu Belastungen der Gelenkfläche, so werden diese direkt in den proximalen Schaft unter Umgehung der winkelstabil überbrückten metaphysären Trümmerzone geleitet. Dies bedeutet, dass es durch diese Implantate gelungen ist, eine fehlende intrinsische Stabilität der Gegenkortikalis nach der Reposition zu ersetzen, was bei den konventionellen Plattensystemen nicht der Fall ist. Des Weiteren erlauben die winkelstabilen Plattenosteosynthesen, dass ggf. auf das Einbringen einer Spongiosaplastik im Bereich der dorsalen Trümmerzone verzichtet werden kann, egal ob die Platte von dorsal oder von palmar her implantiert wurde.^{25,66,83,84}

Aus den oben genannten Gründen stellt die winkelstabile Plattenosteosynthese mit wenigen Ausnahmen heutzutage die Standardosteosynthese für alle operativ zu behandelnden Extensions- und Flexionsfrakturen des distalen Radius dar.³⁵ Auch bei

Mehrfragmentfrakturen, dorsalen Defektzonen ohne sichere Abstützung und Osteoporose empfiehlt sich der Einsatz winkelstabiler Titan- oder Stahlimplantate.³¹

Die Reposition eines nach palmar dislozierten ulnaren Kantenfragments, sowie die gleichzeitige Karpaldachspaltung und das Belassen des Implantats nach Ausheilung der Fraktur werden durch einen palmaren Zugang ermöglicht. Im Gegensatz dazu kann ein dorsaler Zugang gewählt werden, falls ein ulnares Kantenfragment nach dorsal disloziert ist, die geschlossene Reposition anatomisch gelungen ist, eine gleichzeitige scapholunäre Dissoziation operiert werden muss oder falls eine Revisionsosteosynthese bei dorsaler Abkipfung nötig ist.

Die winkelstabilen Platten stehen als Systeme mit begrenzt frei wählbarer Schraubenrichtung (Multidirektionalität) oder mit vorgegebener Schraubenrichtung zur Verfügung. Letzteres besitzt den Vorteil, dass anhand der Schraubenlage sowohl die Stellung der Reposition als auch die Reposition der Fragmente am Implantat überprüft werden kann. Dazu dient die sog. „Watershed-Linie“, welche sich etwa 5 mm von der distalen Gelenkebene entfernt befindet, als Hilfslinie. Liegt die palmare Platte an dieser Linie an, so können bei korrekter Reposition die Schraubenspitzen nicht in das Radioulnargelenk abweichen. Systeme mit begrenzt frei wählbarer Schraubenrichtung ermöglichen andererseits, dass einzelne Fragmente gezielt erfasst und sicher stabilisiert werden können.³⁵

Im Rahmen dieser Doktorarbeit fanden keine Untersuchungen an Patienten statt, die mit winkelstabilen Präparaten versorgt wurden.

2.6.2.7. Kombination aus oben genannten Verfahren

Die oben genannten Verfahren können isoliert, teilweise aber auch in Kombination angewandt werden.

Kommt es bei einer distalen Radiusfraktur durch eine dorsale Trümmerzone zu einem Verlust der dorsalen Abstützung, wird vermehrt ein kombiniertes Vorgehen mit konventioneller palmarer Plattenosteosynthese und Wiederherstellung der dorsalseitigen Abstützung durch einen dorsalen kortikospongiösen Block aus dem Beckenkamm eingesetzt. Auch bei dorsalen Stauchungsfrakturen mit Dislokation der palmaren Kortikalis oder bei zentralen Luxationsfrakturen des Radius kommt dieses Verfahren zur Anwendung. Dabei wird die Fraktur über einen palmaren Hauptzugang reponiert und mit Kirschner-Drähten stabilisiert. Eine Radiusplatte wird mit Schrauben am Radiuschaft fixiert. Daraufhin erfolgt eine dorsale, einige Zentimeter

lange Hilfsinzision über dem Tuberculum Lister und die dorsale Stauchungshöhle wird präpariert. Mittels eines kortikospongiösen Blocks, mit dem die bestehende Defektzone aufgefüllt wird, erfolgt die Wiederherstellung der kortikalen Abstützung. Der Block wird durch eine von palmar durch die Radiusplatte eingebrachte Schraube gefasst und fixiert. Danach werden die restlichen Plattenlöcher mit Schrauben besetzt. Die Nachbehandlung gleicht im Wesentlichen der bei den zuvor beschriebenen Plattenosteosyntheseverfahren.⁸¹

Des Weiteren können Kirschner-Drähte isoliert als alleiniges Therapieverfahren, aber auch additiv, z.B. zu einem Fixateur externe oder zu einer Plattenosteosynthese, zum Einsatz kommen.⁷⁰

Werden z.B. Kirschner-Drähte mit der Anlage eines Fixateur externe kombiniert, was oft bei instabilen extraartikulären Frakturen mit dorsaler Verschiebung oder bei den meisten intraartikulären Frakturen der Fall ist,⁷² so erfolgt zunächst das Einbringen der Kirschner-Drähte, da der Fixateur externe die Stellen, an denen die K-Drähte eingebracht werden müssen, blockieren kann.²⁹ Bei der zusätzlichen Anwendung der Drähte zu einem Fixateur externe oder zu Plattenosteosynthesen, besteht im Gegensatz zu ihrer isolierten Verwendung auch die Möglichkeit, die Kirschner-Drähte parallel zur Gelenkfläche zu platzieren. Dies verhindert ein sekundäres Abrutschen der die Gelenkflächen tragenden Anteile.⁷⁰

Ebenso ist die Kombination eines Fixateur externe mit einer inneren Osteosynthese möglich.

2.7. Komplikationen

Obwohl in der Therapie der distalen Radiusfraktur immer wieder neue Fortschritte gemacht werden, kommt es trotzdem in manchen Fällen zu Komplikationen.

2.7.1. Intraoperative Komplikationen

Allgemeine Komplikationen einer operativen Versorgung sind z.B. die Ausbildung von Thrombosen, Lungenembolien, Wundinfektionen, Wundheilungsstörungen, Allergien, Blutungen sowie Schädigungen von Gefäßen, Nerven und Sehnen.³¹

2.7.2. Komplikationen durch das Material

Als therapiespezifische Komplikationen sind v.a. die Verletzung des N. radialis, bzw. dessen R. cutaneus, bei Versorgung mittels radial eingebrachten Kirschner-Drähten zu nennen.¹⁸

Auch kann es zu Infektionen an den Eintrittsstellen der Kirschner-Drähte bzw. zu Infektionen bei Behandlung mittels Fixateur externe kommen, welche daraufhin umgehend entfernt werden müssen. Zu hochtourig eingebrachte Kirschner-Drähte können eine Hitzenekrose verursachen und dazu führen, dass die Drähte den Knochen nach proximal durchwandern.

Bei der Versorgung mittels Fixateur externe ist ebenso die Gefahr des Nachsinterns der Fraktur zu erwähnen, wenn der Fixateur entfernt wird und keine zusätzliche Versorgung z.B. mit Kirschner-Drähten besteht.

Bei einer Versorgung mittels Platten kann es dazu kommen, dass die Kanten der Platten eine sekundäre Sehnenruptur verursachen.²⁴

Verfahrensunabhängig kann sich auch als Spätfolge einer distalen Radiusfraktur eine Ruptur der Sehne des M. extensor pollicis longus ereignen. Als Grund dafür sind Störungen der Vaskularisation, ein hämatombedingter erhöhter Druck im dritten Strecksehnenfach und Transfixationsschäden der Sehnen der Mm. extensores carpi radialis longus et brevis zu nennen.¹⁶

2.7.3. Ausheilung in Achsabweichung

Neben den allgemeinen Komplikationen einer operativen Versorgung ist als häufigste Komplikation nach konservativer oder operativer Therapie die Ausheilung der distalen Radiusfraktur in Achsabweichung zu nennen.^{31,85} In einer prospektiven Studie aus Edinburgh wurde eine Abweichungsrate von 35% ermittelt.²⁴ Nach konservativer Therapie beträgt die Rate der in Achsabweichung verheilten Frakturen 64%, bei geriatrischen Patienten sogar 89%.¹⁸ Viele Patienten leiden dabei an Schmerzen und Funktionseinbußen. Dabei wird die eingeschränkte Pro- und Supination meist als gravierender empfunden als die Einschränkung von Flexion und Extension.

Kommt es also zu o.g. Komplikation, so wird in Hinblick auf die Anatomie eine verringerte Kontaktfläche der Incisura ulnaris radii und der Circumferentia articularis ulnae als Ausdruck der Inkongruenz im distalen Radioulnargelenk beobachtet. Bade

und Lobeck haben im Jahre 1991 dazu Untersuchungen angestellt und festgestellt, dass sich die Kontaktfläche in der Neutralstellung z.B. bei einer Verkürzung des Radius von 1 mm auf 77%, bei 2 mm auf 58%, bei 4 mm auf 52% und bei 6 mm auf 45% verringert. Eine Verkippung des Radius von 5° nach dorsal führt beispielsweise zu einer Verminderung der Kontaktfläche auf 55%, eine Verkippung von 5° nach palmar zu einer Verminderung auf 29%. Kommt es zu einer pronatorischen Torsion des distalen Radius von 10°, wird die Fläche auf 33% verkleinert, bei einer Verdrehung Richtung Supination von 10° beobachtet man eine Verminderung auf 60%.

Funktionell ergibt sich daraus folglich eine eingeschränkte Unterarmdrehbewegung. Allerdings ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass im klinischen Alltag viele Patienten, die an einer Achsabweichung des distalen Radius leiden, keine Einschränkung der Unterarmdrehbewegung aufweisen. Als Erklärungsversuch dafür können die Untersuchungen von Bade und Lobeck (1991) genannt werden. Sie zeigten, dass einige Kombinationen von Achsabweichungen zu einem geringeren Kontaktflächenverlust führen, als die einzelnen Komponenten daraus. So z.B. die Kombination aus einer Dorsalkippung von 5° und einer Radiusverkürzung von 3 mm, welche zu einem Kontaktflächenverlust von 28% führt, mit einer Verdrehung in Richtung Pronation. Es kommt zu einer Kompensation des Verlustes, wobei die verbleibende Kontaktflächenminderung nur mehr ca. 2,3 % beträgt.

Für bestehende Funktionsdefizite ist jedoch nicht allein die Inkongruenz der Gelenkflächen des distalen Radioulnargelenks, sondern auch die Beeinträchtigung des ulnokarpalen Komplexes verantwortlich.

Zum einen zeigte Hagert im Jahre 1994, dass bei vermehrter Dorsalkippung des distalen Radiusfragmentes die tiefen Anteile des Ligamentum radio-ulnare dorsale, welches wesentlich während der Supinationsbewegung dem distalen Radioulnargelenk Stabilität verleiht, rupturieren und in der Folge der distale Radius bei Supination nach dorsal über das Caput ulnae gleitet. Auf diese Weise ist die Unterarmdrehbewegung dadurch limitiert.

Zum anderen wurde von Kihara et al. (1996) beobachtet, dass eine Kippung des distalen Radius von mehr als 20° nach dorsal zu einer Zunahme der Spannung des ulnokarpalen Komplexes, und dabei v.a. des zentralen Anteils, sowie des distalen Bereichs der Membrana interossea führt.

Eine Achsabweichung des distalen Radiusfragments hat des Weiteren Auswirkungen auf die Stellung und die Kinematik des Karpus. Es kommt dazu, dass das Os

lunatum dem distalen Radius in die Extension folgt und somit vermehrt nach dorsal rotiert. Diese Rotation wiederum muss durch das Os scaphoideum und das Os capitatum ausgeglichen werden. Somit beruht die Neutralstellung des Handgelenks bei einer distalen Radiusfraktur mit Achsabweichung auf einer Flexion des Karpus. Dies beinhaltet eine gestörte karpale Kinematik und kann zu einer mediokarpalen Instabilität führen. Im Jahre 1984 zeigten Taleisnik und Watson, dass neun Patienten, die an einer mediokarpalen Instabilität nach fehlverheilten distalen Radiusfraktur litten, durch eine Radiuskorrekturosteotomie auf Dauer erfolgreich therapiert werden konnten.⁸⁵

2.7.4. Spätposttraumatisches Karpaltunnelsyndrom

Wie bereits oben genannt, kann es bei einer Fraktur des distalen Radius zu einer Nervenverletzung und so meistens zu einer Verletzung des N. medianus kommen. An dieser Stelle sei genannt, dass sich auch spätposttraumatisch ein Karpaltunnelsyndrom entwickeln kann, da bei einer Ausheilung in Achsabweichung die Neutralstellung des Handgelenks einer Flexion des Karpus entspricht und diese laut Gelbermann mit einem erhöhtem Druck im Karpalkanal einhergeht.⁸⁵

Andere Ursachen der Medianussymptomatik können Hämatome im Karpaltunnel oder selbige auf Höhe der Fraktur sein.⁸⁶

Auch eine chronische Dehnung des Nerven, die dadurch entsteht, dass der N. medianus bei Verkippung des distalen Radiusfragmentes nach dorsal einen verlängerten Weg nehmen muss, kann zu einer Nervenschädigung führen. Schabus et al. zeigten, dass das Karpaltunnelsyndrom in diesen Fällen durch eine Radiuskorrekturosteotomie ohne Spaltung des Retinaculum musculorum flexorum therapiert werden kann.⁸⁵

2.7.5. Posttraumatische Arthrose

Vor allem bei komplexen Verletzungen des distalen Radius ist die Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose durch frakturbedingte Schädigungen des Gelenkknorpels zu nennen.

In einer retrospektiven Studie von Lutz et al. sollen die langfristigen Auswirkungen einer distalen intraartikulären Radiusfraktur auf die Arthroseentwicklung im Handgelenk und die daraus resultierenden klinischen Folgen ermittelt werden. Hierzu

wurden 72 Patienten mit einer nach dorsal dislozierten intraartikulären Radiusfraktur nach durchschnittlich neun Jahren nach Verletzung erneut untersucht. Bei den Frakturen handelte es sich um solche, die operativ mit Plattenosteosynthesen und Defektauffüllung durch einen kortikospongiösen Beckenkammspan versorgt wurden. Die Untersuchungen zeigten eine durchschnittliche zentrale Einsinktiefe der radiokarpalen Gelenkfläche von 4,6 mm. Sie betrug hierbei 1,2 mm mehr als auf der unverletzten Gegenseite. Es gelang im Rahmen der Untersuchungen, einen direkten Zusammenhang zwischen Arthrose und zentralem Einsinken der Gelenkfläche festzustellen. Eine Gelenkstufe ist bei sechs Patienten, d.h. bei 8,33% der untersuchten Personen, verblieben. Zusammenfassend zeigten zwei Patienten bei der Nachuntersuchung keine Arthrose (2,77%), 43 Patienten (59,72%) und somit mehr als die Hälfte eine erstgradige und 27 Patienten (37,50%) eine zweitgradige Arthrose. Somit erlitt mit 70 Patienten (97,22%) die große Mehrzahl der untersuchten Personen eine posttraumatische Arthrose. Allerdings ist interessant, welche Auswirkungen die genannten arthrotischen Veränderungen auf die untersuchten Patienten hatten. Die radiologisch festgestellte Arthrose hatte nämlich keinen Einfluss auf die Ergebnisse des DASH-Scores bzw. auf den angegebenen Schmerzpegel und entsprach somit nicht dem klinischen Bild.⁸⁷

Martini et al. fanden heraus, dass Patienten vielmehr durch Schmerzen und Einschränkung der Pro- bzw. Supination aufgrund posttraumatischer Arthrose im distalen Radioulnargelenk im Alltag limitiert sind, wohingegen Arthrose im Bereich der radiokarpalen Gelenkfläche von den untersuchten Patienten relativ gut toleriert wird.⁸⁸

3. Patienten und Methodik

3.1. Patienten

3.1.1. Patientenkollektiv

Insgesamt wurde ein Kollektiv von 363 Patienten, welche im Zeitraum von 1994 bis 2004 am Klinikum der Universität Regensburg aufgrund einer distalen Radiusfraktur operativ versorgt worden sind, hinsichtlich ihrer Studientauglichkeit mit festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien verglichen und gefiltert. Das Jahr 1994 wurde als Beginn der Untersuchungen gewählt, da ab diesem Zeitpunkt eine digitale

Dokumentation der Patienten- und Therapiedaten vorlag. Beendet wurden die Untersuchungen bei denjenigen Patienten, die im Jahre 2004 aufgrund einer distalen Radiusfraktur im Klinikum der Universität Regensburg behandelt worden waren. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte die Versorgung der Verletzung zunehmend mittels winkelstabiler Systeme, worauf im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden soll.

60 Patienten sind persönlich im Klinikum der Universität Regensburg zu einem Interview und einer Nachuntersuchung erschienen. Zehn davon wurden aufgrund eines oder mehrerer der zutreffenden Ausschlusskriterien (s.u.) von der Studie ausgeschlossen. Von zehn der verbliebenen 50 Patienten lagen keine Röntgenbilder vor, sodass schließlich 40 Patienten im Alter von 28 bis 69 Jahren, die persönlich im Klinikum der Universität Regensburg interviewt und nachuntersucht wurden, in die Studie eingeschlossen werden konnten.

41 Patienten lehnten es ab, persönlich im Klinikum der Universität Regensburg zu erscheinen, stimmten jedoch einem Interview per Telefon zu. Einer davon wurde aufgrund eines oder mehrerer der zutreffenden Ausschlusskriterien (s.u.) von der Studie ausgeschlossen. Von zehn der verbliebenen 40 Patienten lagen keine Röntgenbilder vor, sodass schließlich 30 Patienten im Alter von 30 bis 72 Jahren, die per Telefon interviewt wurden, in die Studie eingeschlossen werden konnten.

Die restlichen Patienten waren per Telefon nicht zu erreichen (105 Patienten), waren unbekannt verzogen (86 Patienten), waren zum Zeitpunkt des Unfalls minderjährig (28 Patienten), hatten keine Telefonnummer hinterlegt (20 Patienten), waren bereits verstorben (sieben Patienten), hatten kein Interesse an der Studienteilnahme (sechs Patienten), erschienen nicht zum vereinbarten Termin am Klinikum der Universität Regensburg zum Interview und zur Nachuntersuchung (sechs Patienten), oder befanden sich in Pflegeheimen und waren so nicht in der Lage, an der Studie teilzunehmen (vier Patienten).

Schließlich wurden insgesamt 70 Patienten im Alter von 28 bis 72 Jahren in die Studie eingeschlossen.

Untersucht werden sollten die Patienten hinsichtlich folgender Hypothesen:

- ❖ das subjektive Outcome (Stärke der Schmerzen, DASH-Score) ist abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation (Hauptzielkriterium)
- ❖ das subjektive Outcome ist abhängig vom Alter des Patienten

- ❖ das subjektive Outcome ist unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren
- ❖ das objektive Outcome (Bewegungsumfang, Kraft) ist abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation
- ❖ das objektive Outcome ist unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren

3.1.2. Gruppen

Da es das Ziel dieser durchgeführten Studie war, herauszufinden, inwiefern eine Abhängigkeit zwischen subjektivem bzw. objektivem Outcome und dem Alter der Patienten, dem angewandten Therapieverfahren sowie der Frakturart nach AO-Klassifikation besteht, wurden die Studienteilnehmer nach diesen Kriterien in verschiedene Gruppen eingeteilt.

3.1.2.1. Einteilung nach Alter

Die Patienten wurden ab dem vollendeten 18. Lebensjahr in die vorliegende Studie aufgenommen.

Zur später folgenden Ergebnisanalyse wurden die Patienten anhand ihres Alters fünf verschiedenen Altersgruppen zugewiesen. Auf diese Weise ergab sich folgende Einteilung:

- ❖ Erste Altersgruppe: Patienten im Alter von 29 – 35 Jahren (= Gruppe der 30-Jährigen)
- ❖ Zweite Altersgruppe: Patienten im Alter von 36 – 45 Jahren (= Gruppe der 40-Jährigen)
- ❖ Dritte Altersgruppe: Patienten im Alter von 46 – 55 Jahren (= Gruppe der 50-Jährigen)
- ❖ Vierte Altersgruppe: Patienten im Alter von 56 – 65 Jahren (= Gruppe der 60-Jährigen)
- ❖ Fünfte Altersgruppe: Patienten im Alter von über 66 Jahren (= Gruppe der 70-Jährigen und älter)

3.1.2.2. Einteilung nach Therapieverfahren

Anhand des Therapieverfahrens lassen sich sechs verschiedene Gruppen unterscheiden:

- ❖ Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“
- ❖ Gruppe „Fixateur externe“
- ❖ Gruppe „palmare Plattenosteosynthese“
- ❖ Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“
- ❖ Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“
- ❖ Gruppe „andere Osteosynthese“

3.1.2.3. Einteilung nach Frakturart nach AO-Klassifikation

Die Untergruppen A1, A2, A3 bzw. B1, B2, B3 bzw. C1, C2, C3 wurden in die drei Klassen A, B und C zusammengefasst, sodass sich drei Gruppen bei der Einteilung nach der Frakturart ergaben.

3.2. Methodik

3.2.1. Studiendesign

Bei der durchgeführten Studie handelte es sich um eine retrospektive Nachbeobachtungsstudie. Sie wurde im Zeitraum vom 22.03.2011 bis zum 02.05.2011 durchgeführt.

3.2.2. Einschlusskriterien

Folgende Einschlusskriterien fanden in der vorliegenden Studie Verwendung:

- ❖ distale Radiusfraktur, am Klinikum der Universität Regensburg im Zeitraum von 1994 bis 2004 operativ versorgt
- ❖ Patient zum Zeitpunkt der Therapie über 18 Jahre alt
- ❖ Einverständnis des Patienten in die Studienteilnahme

3.2.3. Ausschlusskriterien

Folgende Ausschlusskriterien fanden in der vorliegenden Studie Verwendung:

- ❖ ipsilaterale Verletzungen der oberen Extremität zum Zeitpunkt oder nach der operativen Therapie der Radiusfraktur (Ausnahme: typische Begleitverletzungen bei Radiusfrakturen, z.B. SL-Bandruptur, TFCC-Läsion)
- ❖ ipsilaterale degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates
- ❖ ipsilaterale Operation an der oberen Extremität nach der operativen Therapie der Radiusfraktur (Ausnahme: Implantatentfernung)
- ❖ fehlende Einwilligungsfähigkeit und fehlende Compliance
- ❖ zusätzlich:
 - fehlendes Einverständnis
 - Unauffindbarkeit des Patienten
 - Tod

3.2.4. Aufklärung und Einverständniserklärung, Ethikvotum

Vor der Durchführung des Interviews und der klinischen Untersuchung erfolgte eine Filterung des Patientenkollektivs entsprechend oben genannter Ein- und Ausschlusskriterien. Daraufhin fand die Aufklärung der Patienten über den Inhalt der Studie mittels eines Aufklärungsbogens (siehe Punkt 7.6: Einverständniserklärung und Aufklärung) sowie die Erfragung der Teilnahmebereitschaft statt. Hierbei bestand die Möglichkeit, alle verbliebenen Fragen abschließend zu klären.

Daraufhin wurde die Teilnahmebereitschaft mit Hilfe einer schriftlichen Einverständniserklärung (siehe Punkt 7.6: Einverständniserklärung und Aufklärung) festgehalten. Beide Dokumente wurden von der Ethikkommission der Universität Regensburg genehmigt.

3.2.5. Implantate

Zur Behandlung der Studienpatienten wurden folgende Implantate verwendet:

- ❖ Kirschnerdraht-Osteosynthese
- ❖ Fixateur externe

- ❖ palmare Plattenosteosynthese
- ❖ dorsale Plattenosteosynthese
- ❖ Kombination Fixateur externe & Kirschnerdrahtosteosynthese
- ❖ andere Osteosynthese

3.2.6. Zeitlicher Verlauf der Studie

Auswertung der Krankenakten

Die Datenerhebung erfolgte zum Zweck des oben genannten Studienziels. Nach Beendigung der Teilnahme wurden keine weiteren Daten von den Studienteilnehmern erhoben. Die Daten wurden in pseudonymisierter Form, d.h. ohne direkten Bezug zu ihrem Namen elektronisch gespeichert und ausgewertet. Zugriff auf die Daten hatten nur Mitarbeiter der Studie. Die Daten waren vor fremdem Zugriff geschützt.

Zunächst erfolgte die Identifikation der Patienten anhand der elektronischen Krankenakten. Folgende Daten wurden den vorliegenden Akten entnommen: Name, Anschrift und Telefonnummer des Patienten, Geburtsdatum, Operationstag, sowie Art der operativen Therapie.

Kontaktieren der Patienten

Daraufhin wurden die Patienten zunächst per Post (siehe Punkt 7.5: Anschreiben) und anschließend telefonisch kontaktiert und zum Interview und zur klinischen Untersuchung einbestellt.

Nachuntersuchung

Es erfolgte die Nachuntersuchung, bestehend aus der Durchführung des Interviews und der klinischen Untersuchung (siehe Punkt 7.7: Befragungs- und Untersuchungsbogen) am Klinikum der Universität Regensburg, bzw. lediglich aus der Durchführung des Interviews per Telefon.

Im Interview wurden folgende Studienprotokolldaten erhoben:

- ❖ Implantatentfernung
- ❖ zusätzliche Verletzungen an der gleichen Extremität bzw. an der Gegenseite
- ❖ Händigkeit vorher und nachher
- ❖ Karpaltunnelspaltung
- ❖ aktuelles Schmerzverhalten (Auftreten von Schmerzen und ggf. Klassifikation nach VAS, Wetterfühligkeit, Schmerzmittelverbrauch und ggf. Art des Schmerzmittels)
- ❖ Wiederaufnahme der Arbeit
- ❖ Zufriedenheit
- ❖ Beschwerden über der Narbe
- ❖ verschiedene Scores

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurden der globale Bewegungsumfang, die Kraft sowie die Sensibilität des distalen Handgelenkes untersucht. Dazu wurde

- ❖ eruiert, ob die Hohlhand mit den Fingerkuppen erreicht werden konnte
- ❖ ggf. der Fingerkuppen-Hohlhandfalten-Abstand gemessen
- ❖ die Fingerbeweglichkeit beurteilt und ggf. ein vorhandenes Streckdefizit notiert
- ❖ die Langfingerkuppen, die mit der Daumenspitze erreicht werden konnten, festgehalten
- ❖ die Retropulsion des Daumens auf Durchführbarkeit überprüft
- ❖ das Winkelmaß von Flexion, Extension, Radial- und Ulnarabduktion, Pro- und Supination ermittelt
- ❖ die Messung der Grobkraft (grip) und der Kraft im Schlüsselgriff (pinch) mittels Jamar Hand-Dynamometer durchgeführt
- ❖ überprüft, ob Auffälligkeiten bezüglich der Sensibilität bestanden hatten und diese daraufhin ggf. den jeweiligen Nerven hinsichtlich ihres Versorgungsgebietes (N. radialis, N. medianus, N. ulnaris) zugeordnet

Zur Messung der o.g. Abstände und Winkel wurde ein herkömmliches Goniometer verwendet. Beim Messen des Fingerkuppenhohlhandfaltenabstandes wurde das Goniometer in die Hohlhandfalte gelegt und ggf. der bestehende Abstand zu den Fingerkuppen gemessen. Um ein möglicherweise vorhandenes Streckdefizit zu dokumentieren, wurde das Goniometer am Handrücken angelegt und der zweite Schenkel im 90° Winkel zu den Fingerkuppen geführt.

Die Überprüfung der Handgelenksbeweglichkeit erfolgte nach der Neutral-Null-Methode für Extension und Flexion, für Radial- und Ulnarabduktion, sowie für Pro- und Supination.

Zur Messung der Grobkraft (grip) wurde ein Jamar Hand-Dynamometer verwendet. Für jede Seite wurden drei Messungen durchgeführt. Auch bei der Messung der Kraft im Schlüsselgriff (pinch) wurden jeweils drei Messungen durchgeführt. Hierfür wurde ein Pinchmessgerät verwendet.

Eine mögliche Pelzigkeit der Hand wurde durch gleichzeitiges Bestreichen der verletzten und der unverletzten Gegenseite überprüft. Falls der Patient Unterschiede in der Sensibilität bemerkte, wurden diese dokumentiert.

Bei o.g. Untersuchungen erfolgte die Beurteilung des betroffenen Armes sowie der unverletzten Gegenseite. Des Weiteren wurden für alle Patienten die gleichen Geräte verwendet. Sämtliche Untersuchungen wurden von einer Person durchgeführt.

Beurteilung der Röntgenbilder

In einem weiteren Schritt wurden die präoperativ angefertigten Röntgenbilder der betreffenden Personen beurteilt und in die einzelnen Frakturtypen nach AO-Klassifikation eingeteilt. Zur besseren Auswertung der Ergebnisse erfolgte daraufhin die grobe Zuordnung der Frakturen in drei Gruppen, d.h. in die Gruppen A, B und C. Daraufhin wurden die Daten verarbeitet, in einer Datenbank zusammengetragen und ausgewertet. Die Beurteilung der Röntgenbilder, sowie die Verarbeitung und Auswertung der Daten erfolgte ebenfalls durch eine Person.

3.2.7. Scores

Zur subjektiven und objektiven Beurteilung kamen folgende Score-Systeme zur Verwendung:

3.2.7.1. DASH-Score

Hierbei handelt es sich um einen subjektiven Score, der vom Institute for Work and Health und der American Academy of Orthopaedic Surgeons entwickelt wurde (siehe Punkt 7.8: DASH-Score).⁸⁹

Damit können die Behandlungsergebnisse von Verletzungen der oberen Extremität beurteilt werden.

Der Patient muss insgesamt 30 Fragen beantworten. Pro Frage gibt es jeweils fünf Antwortmöglichkeiten, wobei die Skala von „keine Symptome“ bzw. „keine Schwierigkeiten“ bis „sehr starke Symptome“ bzw. „Aktivität ist nicht möglich“ reicht. Pro Frage können minimal 1 Punkt bzw. maximal 5 Punkte erzielt werden. Die Gesamtpunktzahl errechnet sich aus der Formel:

DASH-Punktezahl = (Summe der Antworten – 1) x 25 / Summe der Fragen. Hierbei handelt es sich bei „0“ um den besten und bei „100“ um den schlechtesten Wert.

Tabelle 7: Auszug aus dem DASH-Score

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Fähigkeit zur Durchführung von Tätigkeiten (Glas öffnen, etc.)	1	2	3	4	5

3.2.7.2. Cooney and Bussey Score

Hierbei handelt es sich um einen kombiniert subjektiven und objektiven Score, dessen Grundlagen das subjektive Schmerzempfinden, der funktionelle Status, sowie klinische Untersuchungen bezüglich Bewegungsumfang und Griffstärke sind (siehe Punkt 7.10: Cooney and Bussey Score).

Es erfolgt eine Addition der einzelnen Punkte, wobei maximal 100 Punkte erzielt werden können. Anhand der Gesamtpunktzahl werden die Ergebnisse in ausgezeichnet, gut, ausreichend und mangelhaft eingeteilt.

Tabelle 8: Punkteverteilung Cooney and Bussey Score

Ergebnis	Punkte
Ausgezeichnet	90 – 100
Gut	80 – 89
Ausreichend	65 – 79
Mangelhaft	Weniger als 65
Befriedigend	Mehr als 65

3.2.7.3. Mayo Wrist Score

Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen kombiniert subjektiven und objektiven Score, dessen Grundlagen das subjektive Schmerzempfinden, die persönliche Zufriedenheit, sowie klinische Untersuchungen bezüglich Bewegungsumfang und Griffstärke im Vergleich zur Gegenseite sind (siehe Punkt 7.9: Mayo Wrist Score).

Dabei erfolgt wie beim Cooney and Bussey Score eine Addition der einzelnen Punkte, wobei maximal 100 Punkte erzielt werden können. Anhand der Gesamtpunktzahl werden die Ergebnisse in sehr gut, gut, befriedigend und schlecht eingeteilt.

Tabelle 9: Punkteverteilung Mayo Wrist Score

Ergebnis	Punkte
Sehr gut	90 – 100
Gut	80 – 89
Befriedigend	65 – 79
Schlecht	Weniger als 65

3.2.8. Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte in der SPSS-Version 19.0.

Für alle Variablen wurden deskriptive Statistiken wie z.B. Mittelwert und Median erhoben.

Zur graphischen Darstellung der Ergebnisse wurden Histogramme und Boxplot-Diagramme erstellt.

Zur Beurteilung von zwei bzw. mehreren unabhängigen Stichproben wurde der Mann-Whitney-U-Test bzw. der Kruskal-Wallis-Test für nicht parametrische Daten verwendet.

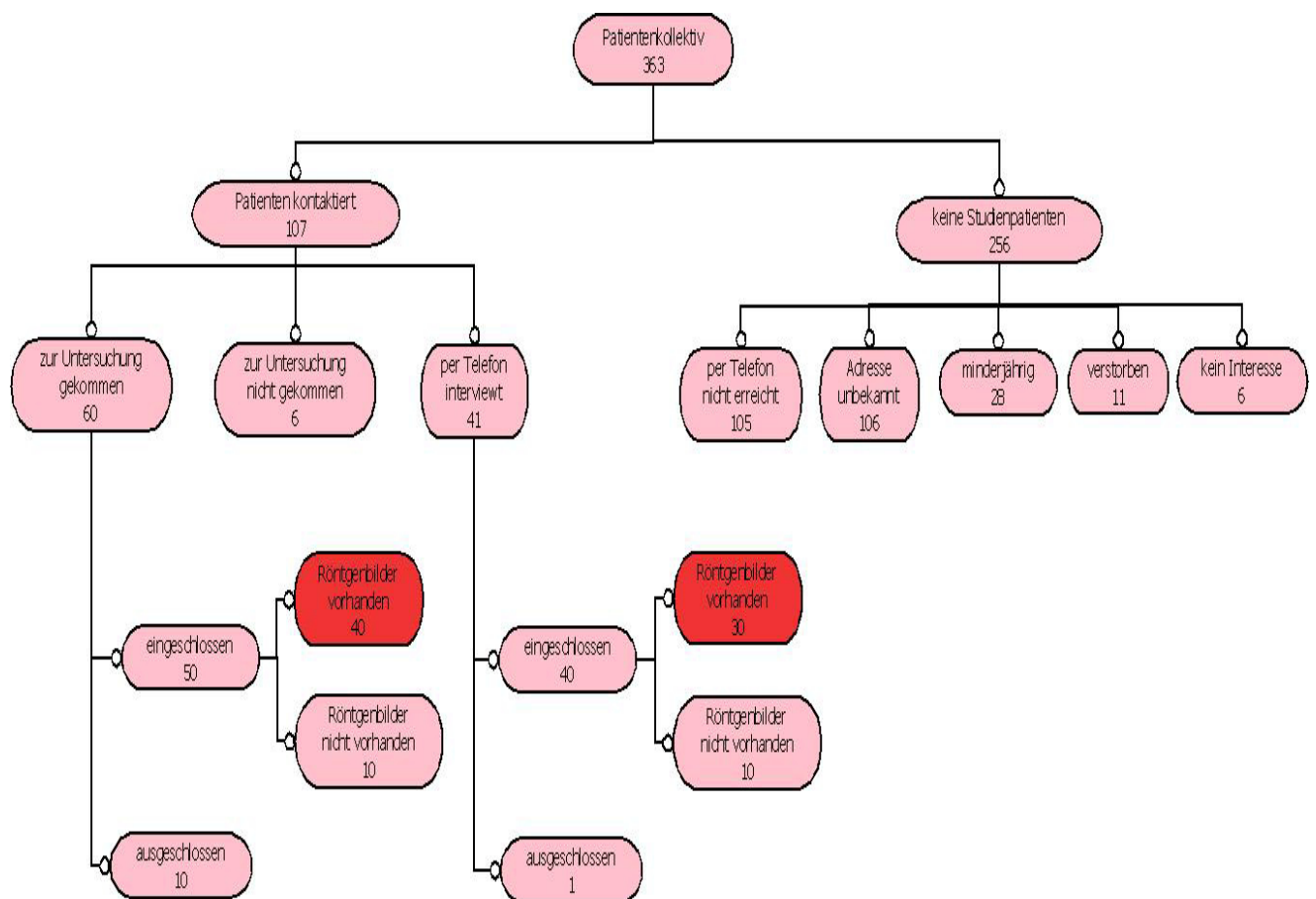
4. Ergebnisse

Im Folgenden werden die während der Nachuntersuchung ermittelten Daten dargestellt.

4.1. Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 22.03.2011 bis zum 02.05.2011 wurde die oben genannte Studie am Klinikum der Universität Regensburg durchgeführt. In diesem Zeitraum wurden nach Ausschluss einiger Patienten aufgrund o.g. Ausschlusskriterien 70 Patienten in die Studie eingeschlossen. 40 Patienten im Alter von 28 bis 69 Jahren konnten persönlich im Klinikum der Universität Regensburg interviewt und nachuntersucht werden und 30 Patienten im Alter von 30 bis 72 Jahren konnten per Telefon interviewt werden.

Abbildung 7: Patienten-Flow-Chart



4.1.1. Geschlecht

Das Patientenkollektiv umfasste insgesamt 28 männliche (40%) und 42 weibliche (60%) Patienten. Das Verhältnis männlich zu weiblich betrug 1:1,5.

4.1.2. Alter

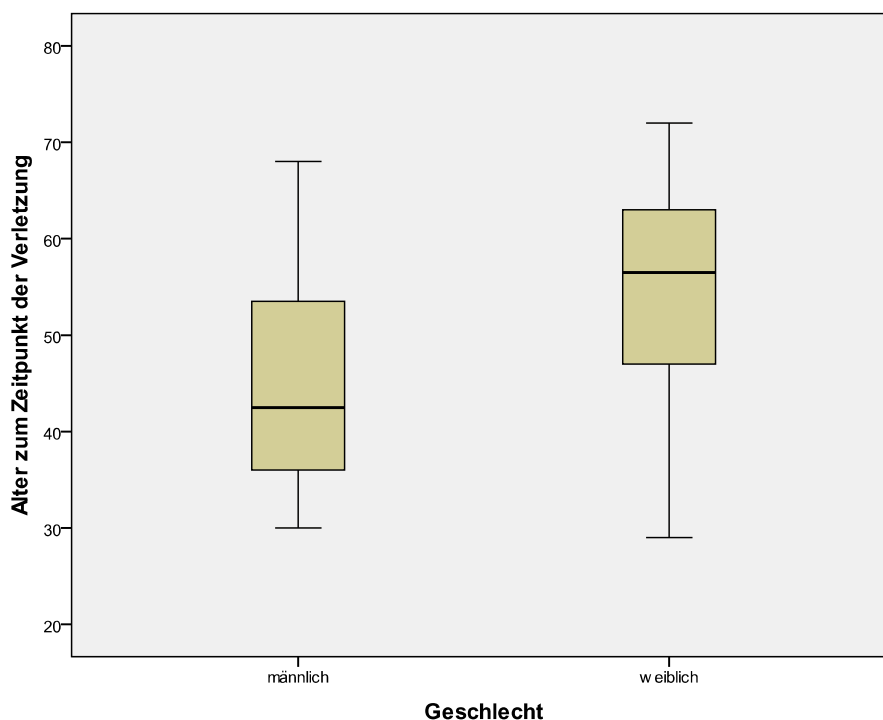
Das mediane Alter aller Studienteilnehmer betrug 52 Jahre (Mittelwert 50,53 Jahre).

Das mediane Alter der weiblichen Studienteilnehmer betrug 56,50 Jahre (Mittelwert 54,12 Jahre).

Das mediane Alter der männlichen Studienteilnehmer betrug 42,50 Jahre (Mittelwert 45,14 Jahre).

Der jüngste Studienteilnehmer war 29 Jahre alt und der älteste Studienteilnehmer war 72 Jahre alt.

Abbildung 8: Altersverteilung der Patienten



4.1.3. Gruppen

Da das Ziel der durchgeführten Studie war, herauszufinden, inwiefern eine Abhängigkeit zwischen subjektivem bzw. objektivem Outcome und dem Alter der Patienten, dem angewandten Therapieverfahren sowie der Frakturart nach AO-Klassifikation besteht, wurden die Studienteilnehmer nach verschiedenen Kriterien eingeteilt und auf diese Weise die Ergebnisse ausgewertet.

❖ Anhand des Alters ließen sich fünf verschiedene Gruppen unterscheiden:

Die erste Altersgruppe umfasste acht Patienten (11,4%) im Alter von 29 bis 35 Jahren und stellte die Altersgruppe der 30-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um zwei Frauen und sechs Männer.

Drei Patienten dieser Altersgruppe wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, drei Patienten mittels palmarer Plattenosteosynthese, ein Patient mittels dorsaler Plattenosteosynthese und ein Patient mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

Nach AO-Klassifikation fanden sich zwei A-, eine B- und fünf C-Frakturen.

Insgesamt erschienen fünf der acht Patienten mit jeweils einer C-Fraktur zur klinischen Untersuchung. Angewandte Osteosyntheseverfahren waren eine K-Draht-Osteosynthese, zwei palmare und eine dorsale Platte sowie eine Kombination aus einer K-Draht-Osteosynthese und einem Fixateur externe.

Die zweite Altersgruppe umfasste 17 Patienten (24,3%) im Alter von 36 bis 45 Jahren und stellte die Altersgruppe der 40-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um sieben Frauen und zehn Männer.

Sieben Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, eine Patientin mittels Fixateur externe, ein Patient mittels palmarer Plattenosteosynthese, drei Patienten mittels dorsaler Plattenosteosynthese, ein Patient mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe und vier Patienten mittels einer anderen Osteosynthese versorgt.

Nach AO-Klassifikation fanden sich fünf A-, zwei B- und zehn C-Frakturen.

Acht der 17 Patienten erschienen zur klinischen Untersuchung. Es fanden sich hierunter drei K-Draht-Osteosynthesen (eine A-, eine B-, eine C-Fraktur), zwei dorsale Plattenosteosynthesen (eine A- und eine C-Fraktur), eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe und zwei andere Osteosynthesen (jeweils C-Frakturen).

Die dritte Altersgruppe umfasste 18 Patienten (25,7%) im Alter von 46 bis 55 Jahren und stellte die Altersgruppe der 50-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um elf Frauen und sieben Männer.

Zwölf Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels palmarer Plattenosteosynthese, ein Patient mittels dorsaler Plattenosteosynthese

und vier Patienten mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

Nach AO-Klassifikation fanden sich sechs A-, eine B- und elf C-Frakturen.

14 der 18 Patienten stellten sich zu einer körperlichen Untersuchung vor und umfassten neun Kirschner-Draht-Osteosynthesen (vier A-, eine B-, vier C-Frakturen), eine dorsale Platte und vier Kombinationsverfahren (jeweils C-Frakturen).

Die vierte Altersgruppe umfasste 21 Patienten (30%) im Alter von 56 bis 65 Jahren und stellte die Altersgruppe der 60-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um 17 Frauen und vier Männer.

16 Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels palmarer Plattenosteosynthese und vier Patienten mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

Nach AO-Klassifikation fanden sich acht A-, zwei B- und elf C-Frakturen.

Zwölf Patienten dieser Altersgruppe waren zu einer Untersuchung mit folgendem Ergebnis bereit: acht Kirschner-Draht-Osteosynthesen (vier A-, eine B- und drei C-Frakturen) und vier Kombinationsverfahren (eine B- und drei C-Frakturen).

Die fünfte Altersgruppe umfasste sechs Patienten (8,6%) im Alter von über 66 Jahren und stellte die Altersgruppe der 70-Jährigen und älter dar. Dabei handelte es sich um fünf Frauen und einen Mann.

Vier Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels dorsaler Plattenosteosynthese und ein Patient mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

Nach AO-Klassifikation fanden sich fünf A- und eine C-Fraktur.

Lediglich eine Patientin im Alter von 69 Jahren, deren C-Fraktur der linken nicht dominanten Seite mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt wurde, erschien zur klinischen Untersuchung.

- ❖ Anhand des Therapieverfahrens ließen sich sechs verschiedene Gruppen unterscheiden:

Die Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ umfasste 42 Patienten. Dabei handelte es sich um 33 Frauen und neun Männer.

Das mediane Alter der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ betrug 54,50 Jahre (Bereich 29 – 72 Jahre; Mittelwert 53,26 Jahre).

Nach AO-Klassifikation fanden sich 21 A-, vier B- und 17 C-Frakturen.

Hiervon erschienen 21 Patienten am Klinikum der Universität Regensburg zur körperlichen Untersuchung. Es handelte sich um neun A-, drei B- und neun C-Frakturen.

Die Gruppe „Fixateur externe“ umfasste eine weibliche Patientin, deren Alter 37 Jahre betrug und die nach AO-Klassifikation eine A-Fraktur erlitten hatte. Die Patientin war lediglich zu einem Interview per Telefon bereit.

Die Gruppe „palmare Plattenosteosynthese“ umfasste sechs Patienten. Dabei handelte es sich um drei Frauen und drei Männer.

Das mediane Alter der Gruppe „palmare Plattenosteosynthese“ betrug 37,50 Jahre (Bereich 30 – 64 Jahre; Mittelwert 41,33 Jahre).

Nach AO-Klassifikation fanden sich zwei A-, eine B- und drei C-Frakturen.

Zwei der sechs Patienten mit jeweils einer C-Fraktur stellten sich zur Untersuchung vor.

Die Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ umfasste sechs männliche Patienten.

Das mediane Alter der Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ betrug 40 Jahre (Bereich 30 – 68 Jahre; Mittelwert 44,83 Jahre).

Nach AO-Klassifikation fanden sich zwei A- und vier C-Frakturen.

Vier der genannten sechs Patienten waren im Klinikum vorstellig, es handelte sich hierbei um eine A- und drei C-Frakturen.

Die Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ umfasste elf Patienten. Alle elf Patienten waren auch am Klinikum zur körperlichen Untersuchung anwesend. Es handelte sich dabei um fünf Frauen und sechs Männer.

Das mediane Alter der Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ betrug 53 Jahre (Bereich 33 – 69 Jahre; Mittelwert 53,45 Jahre).

Nach AO-Klassifikation fanden sich eine B- und zehn C-Frakturen.

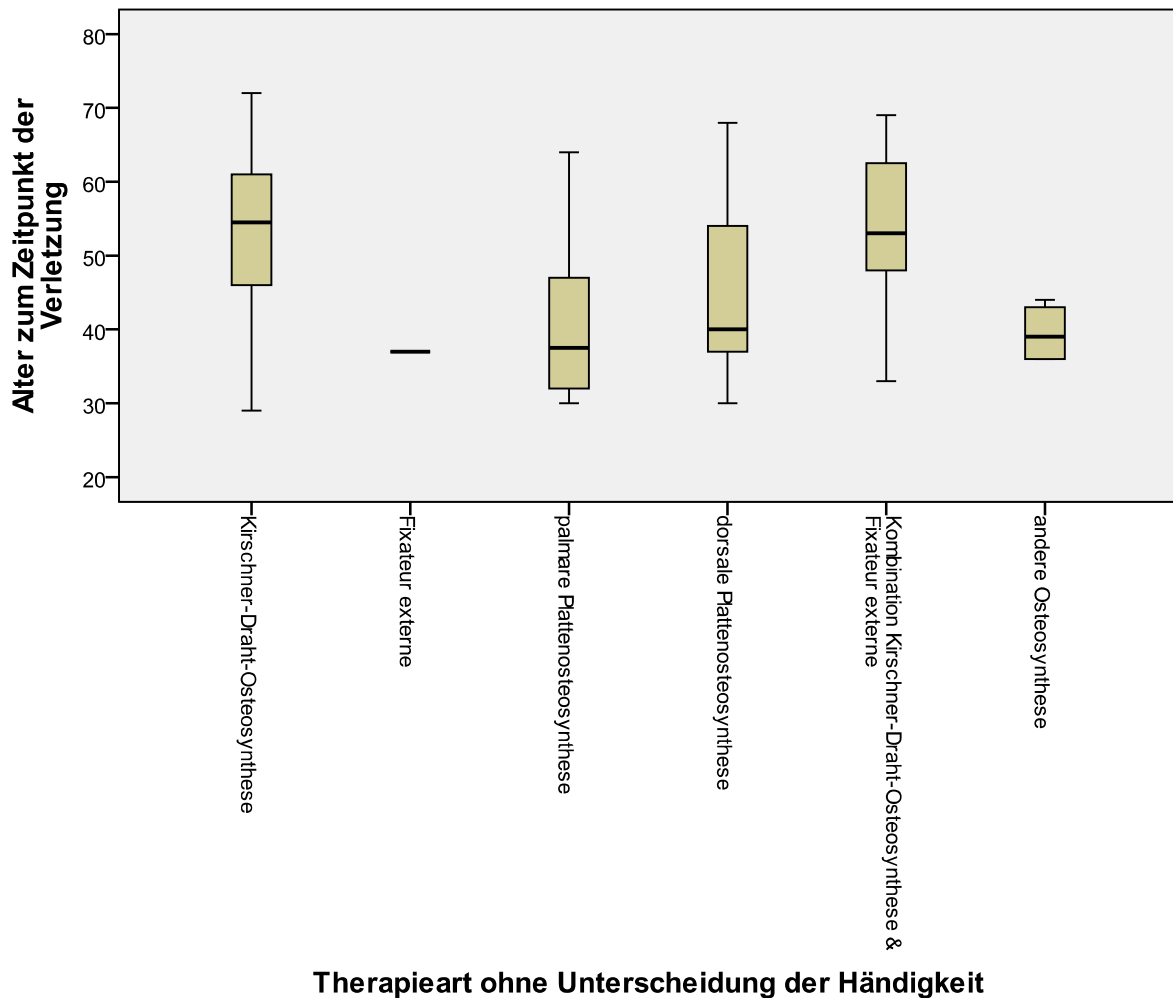
Die Gruppe „andere Osteosynthese“ umfasste vier männliche Patienten.

Das mediane Alter der Gruppe „andere Osteosynthese“ betrug 39 Jahre (Bereich 36 – 44 Jahre; Mittelwert 39,50 Jahre).

Nach AO-Klassifikation fanden sich vier C-Frakturen.

Zwei der vier Patienten mit jeweils einer C-Fraktur waren im Klinikum vorstellig.

Abbildung 9: Therapieverfahren bezogen auf das Alter



- ❖ Nach Zusammenfassung der Untergruppen in die drei Klassen A, B und C ergab sich folgende Verteilung:

26 Patienten (37,1%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ A.

Das mediane Alter der Patienten mit einer A-Fraktur betrug 55,50 Jahre (Bereich 31 – 72 Jahre; Mittelwert 54,04 Jahre).

21 Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, eine Patientin mittels Fixateur externe, zwei Patienten mittels palmarer Plattenosteosynthese und zwei Patienten mittels dorsaler Plattenosteosynthese versorgt.

Zehn der 26 Patienten konnten persönlich nachuntersucht werden: neun erhielten eine Kirschner-Draht-Osteosynthese und einer eine dorsale Plattenosteosynthese.

Sechs Patienten (8,6%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ B.

Das mediane Alter der Patienten mit einer B-Fraktur betrug 45,50 Jahre (Bereich 30 – 63 Jahre; Mittelwert 47,17 Jahre).

Vier Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels palmarer Plattenosteosynthese und ein Patient mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

Vier der genannten sechs Patienten mit B-Fraktur waren persönlich vorstellig. Sie wurden mit insgesamt drei Kirschner-Draht-Osteosynthesen und einem Kombinationsverfahren versorgt.

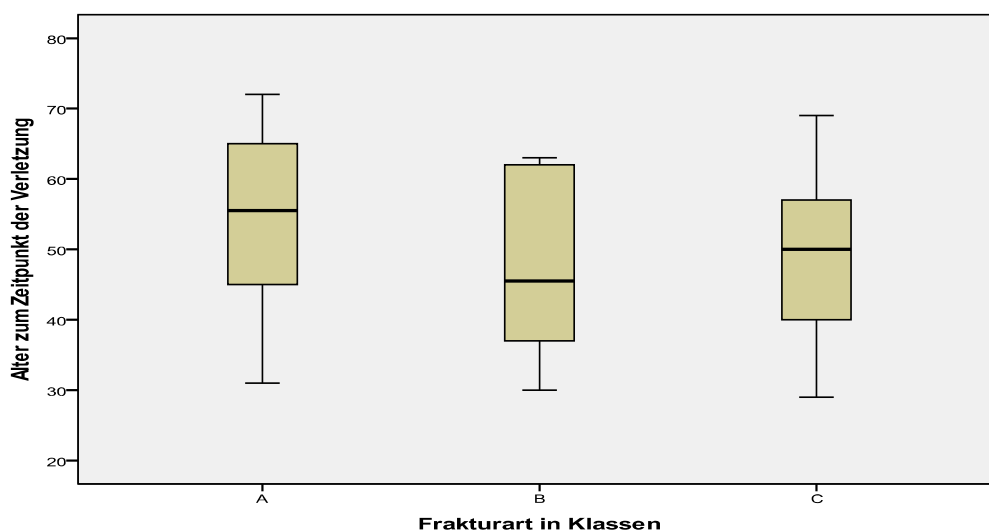
38 Patienten (54,3%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ C.

Das mediane Alter der Patienten mit einer C-Fraktur betrug 50 Jahre (Bereich 29 – 69 Jahre; Mittelwert 48,66 Jahre).

17 Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, drei Patienten mittels palmarer Plattenosteosynthese, vier Patienten mittels dorsaler Plattenosteosynthese, zehn Patienten mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe und vier Patienten mittels einer anderen Osteosynthese versorgt.

26 der 38 Patienten waren zur Untersuchung anwesend, sie umfassten neun Kirschner-Draht-Osteosynthesen, zwei palmare und drei dorsale Platten, zehn Kombinationsverfahren und zwei andere Osteosynthesen.

Abbildung 10: Frakturart bezogen auf das Alter



4.1.4. Ergebnisse des Interviews

Die Ergebnisse des Interviews liegen von allen 70 Studienteilnehmern vor und werden nachfolgend beschrieben.

4.1.4.1. Händigkeit vorher/nachher und betroffene Gliedmaße

Im vorliegenden Patientenkollektiv fanden sich vor der Verletzung des distalen Radius acht Linkshänder (11,4%), 61 Rechtshänder (87,1%) und ein beidhändiger Patient (1,4%).

Die betroffene Seite war bei 33 Patienten (47,1%) der linke Radius und bei 37 Patienten (52,9%) der rechte Radius.

Bei 33 von 61 Rechtshändern (54,1%) kam es zu einem Bruch der entsprechenden rechten Seite, bei fünf von acht Linkshändern (62,5%) kam es zu einem Bruch der entsprechenden linken Seite. Insgesamt wurde also bei 38 von 70 Patienten (54,3%) der Radius der dominanten Seite verletzt.

Nach der Verletzung des distalen Radius gaben fünf der 61 Rechtshänder (8,2%) an, seither beide Hände gleichermaßen zu benutzen.

4.1.4.2. Schmerzverhalten

44 Patienten (62,9%) gaben keine Schmerzen nach der operativen Versorgung an. Zwei Patienten (2,9%) klagten über Schmerzen in Ruhe, sieben Patienten (10%) bei Bewegung, 16 Patienten (22,9%) unter Belastung und ein Patient (1,4%) immer. Ein Patient (1,4%) äußerte gelegentlich Beschwerden über der Narbe. Über Wetterfühligkeit klagten 27 (38,6%) der 70 Patienten. Die Stärke der Schmerzen betrug auf der visuellen Analogskala (VAS) bei einem Patienten (1,4%) 2, bei zwei Patienten (2,9%) 3, bei neun Patienten (12,9%) 4, bei zehn Patienten (14,3%) 5, bei drei Patienten (4,3%) 6 und bei einem Patienten (1,4%) 8. Drei (4,3%) der 70 Patienten äußerten, dass sie aufgrund der noch vorhandenen Schmerzen auf Schmerzmittel zurückgreifen würden. Alle drei täten dies weniger als einmal pro Woche und würden dazu NSAID verwenden.

4.1.4.3. Zusätzliche operative Maßnahmen

Bei sieben Patienten (10%) wurde während der operativen Versorgung eine Karpaltunnelspaltung vorgenommen, bei 63 Patienten (90%) war dies nicht der Fall.

Bei 67 Patienten (95,7%) wurde nach operativer Therapie das Material wieder entfernt, bei drei Patienten (4,3%) wurde es belassen.

Dabei wurde die Implantatentfernung bei 52 Patienten (74,3%) innerhalb acht Wochen, bei fünf Patienten (7,1%) innerhalb eines halben Jahres, bei acht Patienten (11,4%) innerhalb eines Jahres und bei zwei Patienten (2,9%) nach über einem Jahr postoperativ durchgeführt.

Bei den Implantaten, die nicht entfernt wurden, handelte es sich um eine palmare und zwei dorsale Plattenosteosynthesen.

4.1.4.4. Postoperativer Verlauf

58 Patienten (82,9%) waren nach der operativen Versorgung in der Lage, ihre Arbeit wieder voll aufzunehmen. Sieben Patienten (10%) konnten die gleiche Arbeit wieder ausführen, waren dabei aber eingeschränkt. Bei fünf Patienten (7,1%) war die Wiederaufnahme ihrer Arbeit unmöglich.

54 Patienten (77,1%) gaben an, sehr zufrieden über das Ergebnis der Therapie zu sein. Acht Patienten (11,4%) waren mittelmäßig zufrieden, sieben Patienten (10%) waren nicht zufrieden aber arbeitsfähig und ein Patient (1,4%) war nicht zufrieden und arbeitsunfähig.

4.1.5. Ergebnisse der klinischen Untersuchung

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung liegen von den 40 Studienteilnehmern vor, die persönlich am Klinikum der Universität Regensburg interviewt und untersucht werden konnten und werden nachfolgend beschrieben.

4.1.5.1. Bewegungsumfang

36 der insgesamt 40 Patienten (90%) waren in der Lage, die Hohlhandbeugefalte ihrer verletzten Seite mit allen Fingerkuppen zu erreichen.

Bei vier Patienten (10%) war dies nicht bzw. nicht vollständig möglich. Bei einem der genannten vier Patienten betrug der Fingerkuppen-Hohlhandfalten-Abstand der verletzten Seite an den Fingern D2, D3, D4 und D5 jeweils 3 cm, bei einem weiteren Patienten betrug der Abstand am Finger D2 2 cm, bei einem weiteren betrug der Abstand an den Fingern D2, D3, D4 und D5 jeweils 1 cm und bei dem letzten der vier Patienten betrug der Abstand am Finger D5 1 cm.

Die Fingerbeweglichkeit der Finger der verletzten Seite war bei 38 Patienten (95%) normal, d.h. nicht eingeschränkt. Bei zwei Patienten (5%) war die Fingerbeweglichkeit eingeschränkt. Das Streckdefizit betrug bei einem dieser zwei Patienten an den Fingern D2, D3, D4 und D5 der verletzten Seite jeweils 1 cm, bei dem anderen Patienten betrug es am Finger D5 der verletzten Seite 1 cm.

39 Patienten (97,5%) waren in der Lage, alle Langfingerkuppen der verletzten Seite mit der Daumenspitze zu erreichen. Einem Patienten (2,5%) war es nicht möglich, die Fingerkuppe D5 der verletzten Seite mit der Daumenspitze zu erreichen.

Bei 38 Patienten (95%) war die Retropulsion des Daumens der verletzten Seite problemlos durchführbar, wohingegen zwei Patienten (5%) nur zu eingeschränkter Retropulsion in der Lage waren.

Um Aussagen über den Bewegungsumfang des Handgelenks treffen zu können, wurde zunächst die Range of Motion (ROM) ermittelt. Dabei wurde auch untersucht, ob die Bewegung durch die „0“ erreicht werden konnte und wie groß das Ausmaß der maximalen Flexion/Extension, Radial-/Ulnarabduktion bzw. Pro-/Supination der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite war. Das Winkelmaß des aktiven Bewegungsumfanges wurde bei der Nachuntersuchung nach der Neutral-Null-Methode in Grad gemessen und daraufhin in das prozentuale Verhältnis zur unverletzten Gegenseite gesetzt.

Nach der Neutralnullmethode war bei allen Patienten die aktive Extensions-/Flexionsbewegung der betroffenen Seite durch die Null-Position möglich.

Auf der frakturierten Seite betrug die mögliche Extension im Mittel 49° (Min. 0°; Max. 60°; Median 50°), die mögliche Flexion im Mittel 52,13° (Min. 30°; Max. 60°; Median 55°).

Auf der unverletzten Gegenseite war eine Extension von im Mittel 54,38° (Min. 40°; Max. 60°; Median 55°) und eine Flexion von 56,75° (Min. 40°; Max. 60°; Median 60°) möglich.

Die aktive Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite zeigte einen medianen Bewegungsumfang von 95,10% (Min. 27%; Max. 100%; Mittelwert 90,70%), d.h. die betroffenen Personen waren in der Lage, auf der verletzten Seite zwischen 27 und 100% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite zu erreichen.

Die aktive Radial-/Ulnarabduktion der betroffenen Seite durch die Null-Position war bei 38 Patienten (95%) möglich.

Bei einem Patienten (2,5%) war keine aktive Radial-/Ulnarabduktion der betroffenen Seite möglich.

Ein Patient (2,5%) war in der Lage eine aktive Radial-/Ulnarabduktion der betroffenen Seite von 25°/10°/10°, also eine Radialabduktion zwischen 10 und 25°, auszuführen.

Auf der frakturierten Seite betrug die mögliche Radialabduktion im Mittel 20° (Min. 0°; Max. 30°; Median 20°), die mögliche Ulnarabduktion im Mittel 25,38° (Min. 0°; Max. 35°; Median 30°).

Auf der unverletzten Gegenseite war eine Radialabduktion von im Mittel 23,75° (Min. 15°; Max. 30°; Median 25°) und eine Ulnarabduktion von 29,25° (Min. 20°; Max. 40°; Median 30°) möglich.

Die aktive Radial-/Ulnarabduktion der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite zeigte einen medianen Bewegungsumfang von 91,50% (Min. 0%; Max. 100%; Mittelwert 84,20%).

Bei allen Patienten war die aktive Pro-/Supinationsbewegung der betroffenen Seite durch die Null-Position möglich.

Auf der frakturierten Seite betrug die mögliche Pronation im Mittel 86,13° (Min. 45°; Max. 90°; Median 90°), die mögliche Supination im Mittel 84,63° (Min. 0°; Max. 90°; Median 90°).

Auf der unverletzten Gegenseite war eine Pronation von im Mittel 88,88° (Min. 80°; Max. 90°; Median 90°) und eine Supination von 86,88° (Min. 10°; Max. 90°; Median 90°) möglich.

Die aktive Pro-/Supinationsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite zeigte einen medianen Bewegungsumfang von 100% (Min. 25%; Max. 100%; Mittelwert 96%).

4.1.5.2. Kraftmessung

Die Handkraft beider Hände wurde im Grobgriff (grip) und im Schlüsselgriff (pinch) gemessen und auf diese Weise das prozentuale Verhältnis zwischen verletzter Hand und unverletzter Gegenseite ermittelt.

Der Median der Kraft im Grobgriff (grip) betrug auf der verletzten Seite 33,33 kg (Min. 5 kg; Max. 88,33 kg; Mittelwert 39,04 kg).

Auf der unverletzten Gegenseite betrug der Median der Kraft im Grobgriff 40,75 kg (Min. 16,66 kg; Max. 100 kg; Mittelwert 43,75 kg).

Der Median des grip der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite beträgt 89,04% (Min. 27%; Max. 141%; Mittelwert 91,25%).

Der Median der Kraft im Schlüsselgriff (pinch) betrug auf der verletzten Seite 2,58 kg (Min. 0 kg; Max. 8,50 kg; Mittelwert 3,34 kg).

Auf der Gegenseite betrug der Median der Kraft im Schlüsselgriff 2,83 kg (Min. 0 kg; Max. 10 kg; Mittelwert: 3,59 kg).

Der Median des pinch der verletzten Seite bezogen auf die unverletzten Gegenseite beträgt 84,50% (Min. 0%; Max. 300%; Mittelwert 91,84%).

Fünf der 40 Patienten (12,5%) waren nicht in der Lage, mit ihrer Hand der verletzten Seite eine Kraft im Schlüsselgriff auszuüben.

4.1.5.3. Sensibilität

Während der Nachuntersuchung wurden Auffälligkeiten in der Sensibilität der Studienteilnehmer kontrolliert.

Bei 33 Patienten (82,5%) waren keine Auffälligkeiten festzustellen. Vier Patienten (10%) zeigten Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. ulnaris. Zwei Patienten (5%) zeigten Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. medianus und ein Patient (2,5%) zeigte Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. radialis.

4.1.5.4. Besonderheiten

Vier Patienten (5,7%) berichteten über einen vorübergehend vorhandenen M. Sudeck, welcher im weiteren Verlauf gut zu therapieren und schließlich rückläufig gewesen sei. Bei allen vier Patienten wurde eine operative Versorgung mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese durchgeführt. Dies konnte mit drei der vier Patienten persönlich im Klinikum der Universität Regensburg und mit einem der vier Patienten per Telefon besprochen werden.

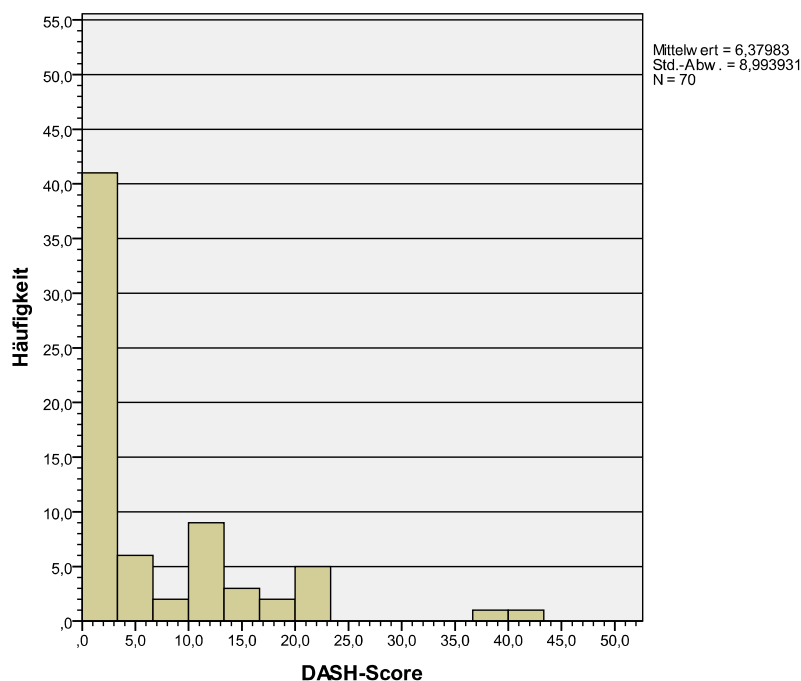
Ein weiterer Patient äußerte am Telefon, dass es zu einer bis jetzt bestehenden Ulnardeviation der verletzten Seite gekommen sei, das Ausmaß konnte hierbei per Telefon nur schlecht abgeschätzt werden. Dieser Patient wurde mit einer dorsalen Plattenosteosynthese auf der dominanten rechten Seite versorgt, welche bis heute nicht entfernt worden sei.

4.1.6. Ergebnisse der Scores

4.1.6.1. Ergebnisse des DASH-Scores

Für alle 70 Studienteilnehmer konnte ein DASH-Score erhoben werden. Der mediane DASH-Wert betrug 1,67 (Min. 0; Max. 42,50; Mittelwert 6,38).

Abbildung 11: Ergebnisse des DASH-Scores

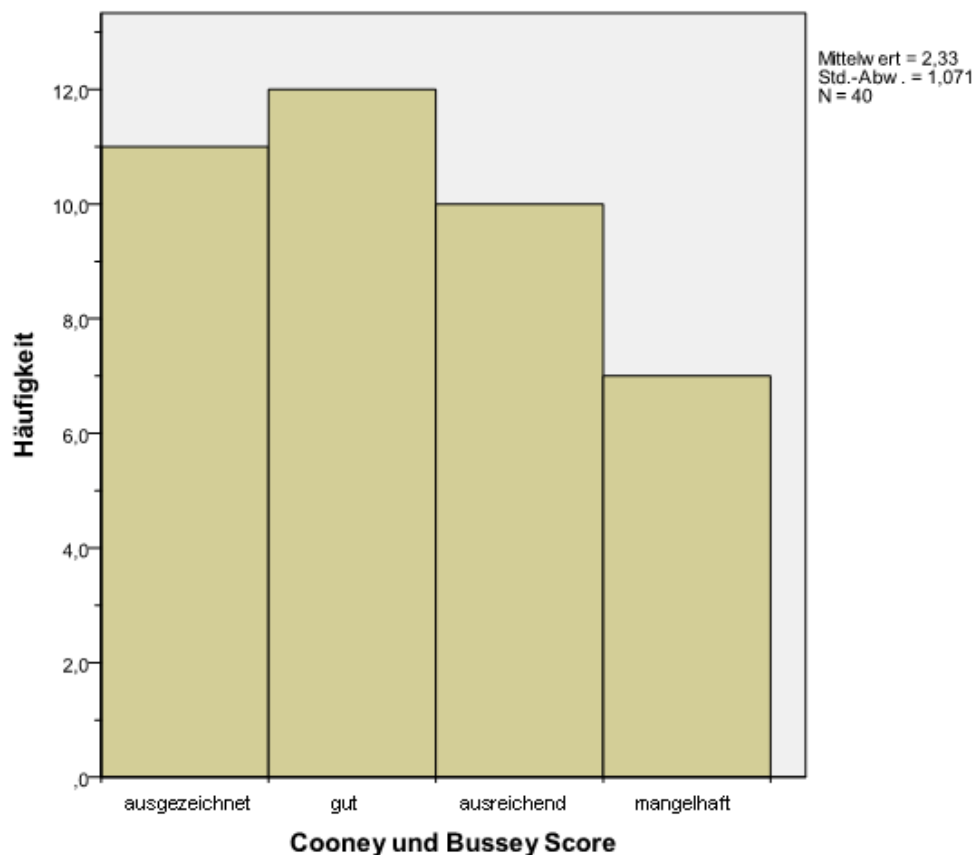


4.1.6.2. Ergebnisse des Cooney and Bussey Scores

Für die 40 Studienteilnehmer, die persönlich am Klinikum der Universität Regensburg interviewt und untersucht werden konnten, wurde der Cooney and Bussey Score erhoben.

Von den 40 Patienten wiesen elf Patienten (27,5%) ein „ausgezeichnetes“, zwölf Patienten (30%) ein „gutes“, zehn Patienten (25%) ein „ausreichendes“ und sieben Patienten (17,5%) ein „mangelhaftes“ Ergebnis auf. Somit konnte bei 33 Patienten (57,5%) ein mindestens „gutes“ Behandlungsergebnis erzielt werden.

Abbildung 12: Ergebnisse des Cooney and Bussey Scores

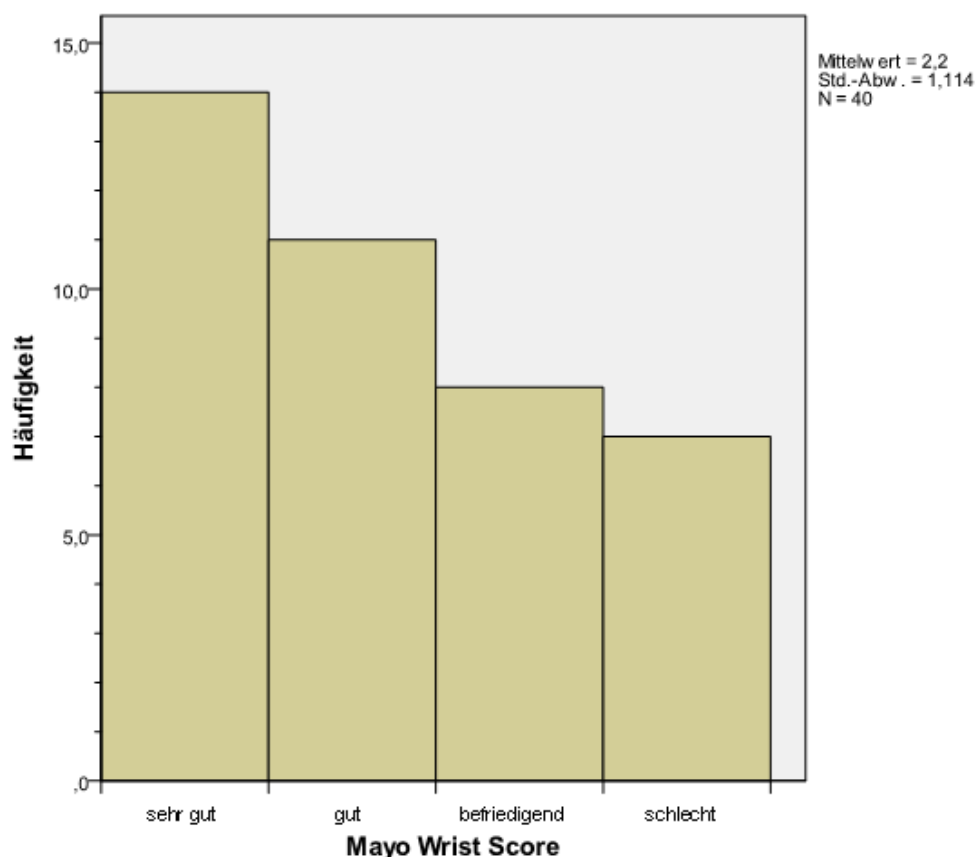


4.1.6.3. Ergebnisse des Mayo Wrist Scores

Für die 40 Studienteilnehmer, die persönlich am Klinikum der Universität Regensburg interviewt und untersucht werden konnten, wurde zudem der Mayo Wrist Score erhoben.

14 Patienten (35%) erzielten ein „sehr gutes“, elf Patienten (27,5%) ein „gutes“, acht Patienten (20%) ein „befriedigendes“ und sieben Patienten (17,5%) ein „schlechtes“ Ergebnis. Somit wiesen 25 Patienten (62,5%) ein mindestens „gutes“ Ergebnis auf.

Abbildung 13: Ergebnisse des Mayo Wrist Scores



4.1.7. Subjektives Outcome und Frakturart/Alter/Therapieverfahren

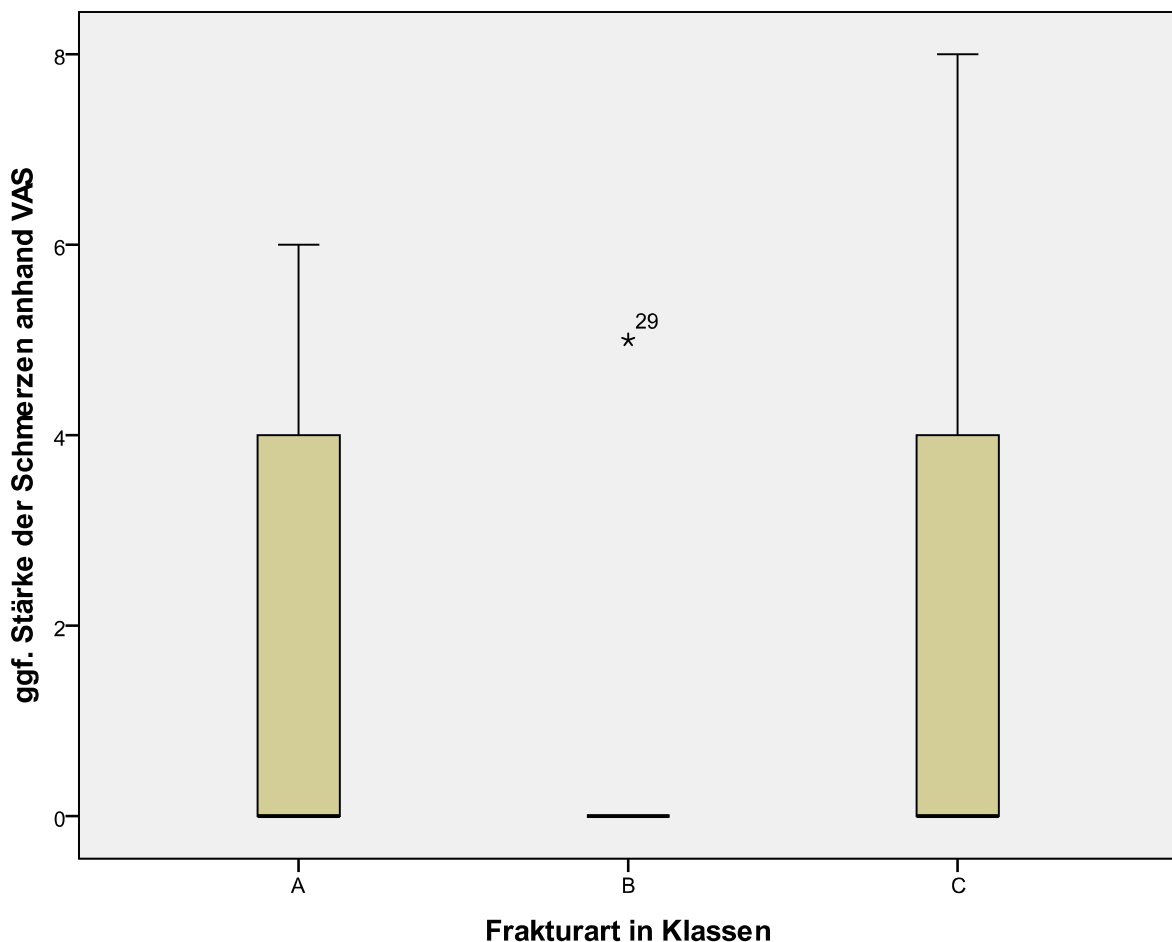
Im Rahmen dieser Arbeit stellten die Stärke der Schmerzen (gemessen auf der VAS), sowie die Ergebnisse des DASH-Scores die Parameter zur Beurteilung des subjektiven Outcomes dar.

4.1.7.1. Stärke der Schmerzen und Frakturart

Vergleicht man die jeweilige Schmerzstärke der einzelnen Fraktur-Gruppen miteinander, so ergab sich im Mann-Whitney-U-Test für zwei nicht normalverteilte unabhängige Stichproben kein signifikanter Unterschied.

Durch die Bestimmung der mittleren Ränge der einzelnen Frakturarten gelang es zu zeigen, dass die Patienten mit B-Fraktur die wenigsten Schmerzen angaben, gefolgt von den Patienten mit A-Fraktur. Die Patienten mit C-Fraktur gaben die meisten Schmerzen an (ein niedrigerer mittlerer Rang bedeutet niedrigere Werte auf der VAS und somit weniger Schmerzen und ein besseres Ergebnis). Es ergab sich nach dem Kruskal-Wallis-Test für k nicht normalverteilte unabhängige Stichproben ebenfalls kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,580) zwischen den Gruppen.

Abbildung 14: Stärke der Schmerzen abhängig von der Frakturart

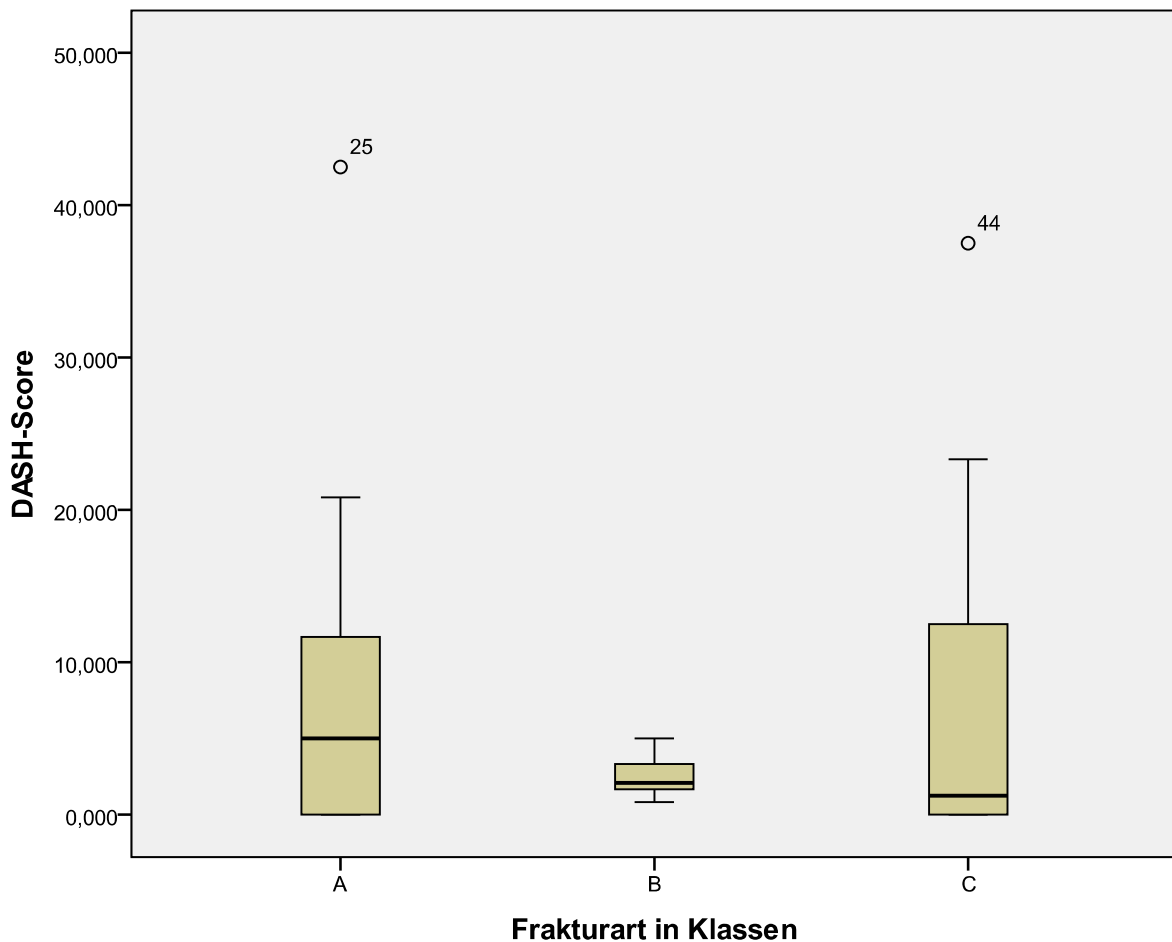


4.1.7.2. DASH und Frakturart

Der DASH-Score der Gruppen, welche nach Frakturart eingeteilt wurden, war im Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant unterschiedlich.

Vergleicht man die mittleren Ränge der verschiedenen Frakturarten, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die Patienten mit C-Fraktur hierbei ein besseres Ergebnis erreichen konnten als die Patienten mit B- und A-Frakturen (ein niedrigerer mittlerer Rang bedeutet niedrigere Werte beim DASH-Score und somit ein besseres Ergebnis). Auch hier bestand allerdings nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,822).

Abbildung 15: DASH-Score-Ergebnisse abhängig von der Frakturart

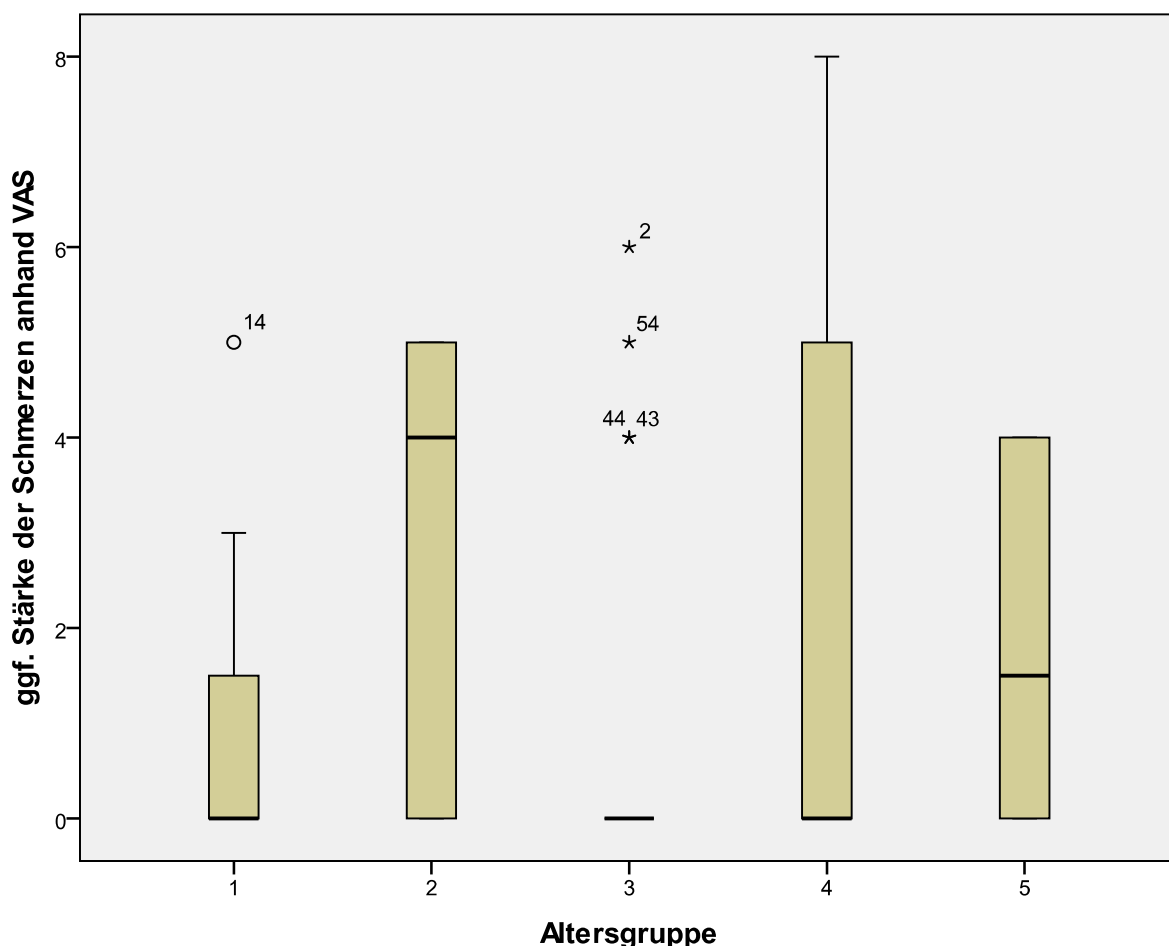


4.1.7.3. Stärke der Schmerzen und Alter

Ein Vergleich der angegebenen Schmerzstärken der verschiedenen Altersgruppen ergab im Mann-Whitney-U-Test keinen signifikanten Unterschied.

Aus den mittleren Rängen lässt sich zusammenfassend schließen, dass die Gruppe der 50-Jährigen die wenigsten Schmerzen auf der VAS angab, gefolgt von der Gruppe der 30-, 60- und 70-Jährigen und älter. Die Gruppe der 40-Jährigen gab im Vergleich die meisten Schmerzen an. Zwischen allen fünf Gruppen bestand auch nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,322).

Abbildung 16: Stärke der Schmerzen abhängig vom Alter

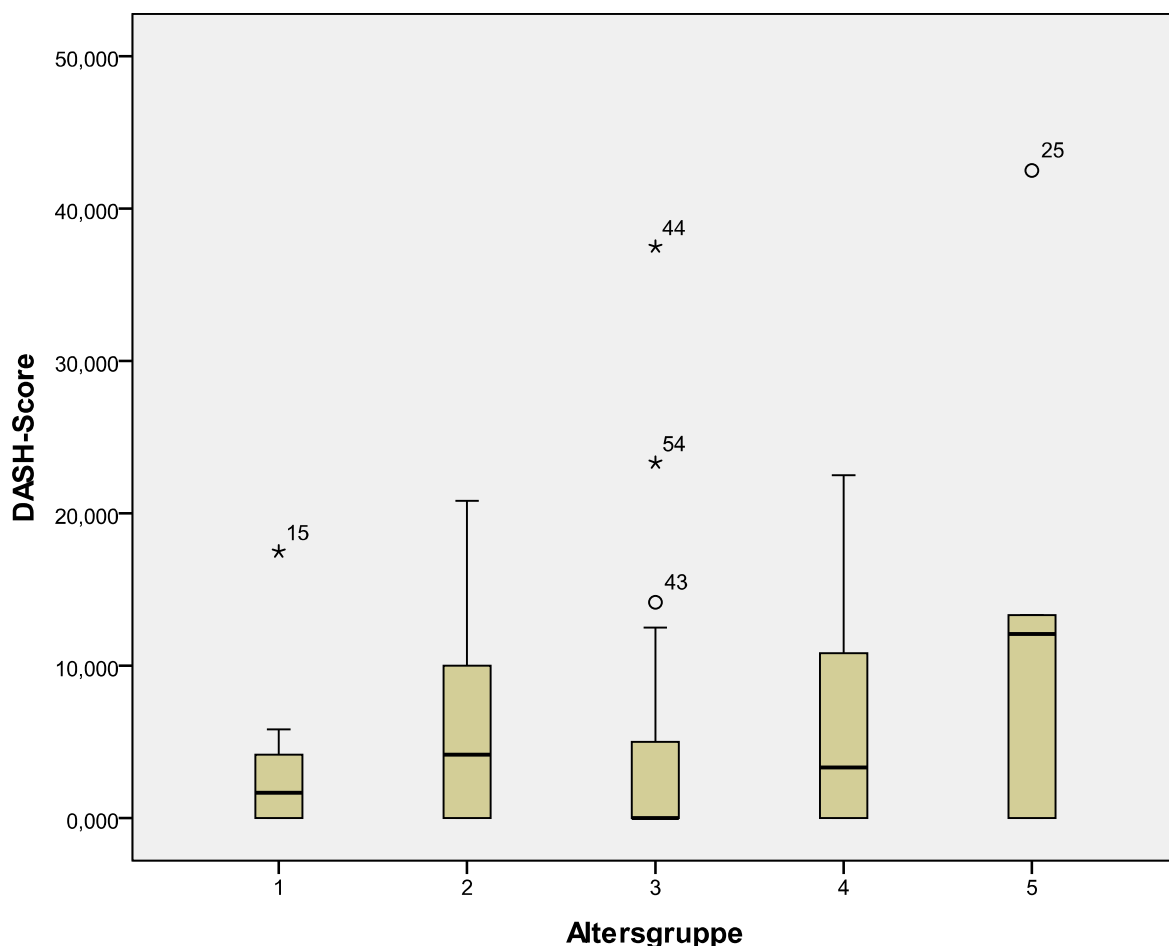


4.1.7.4. DASH und Alter

Zwischen den verschiedenen Altersgruppen ergab sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied im DASH-Score.

Die Altersgruppe der 50-Jährigen erzielte gemessen an den jeweiligen mittleren Rängen das beste Ergebnis, gefolgt von der Altersgruppe der 30-, 60-, 40- und 70-Jährigen und älter. Nach dem Kruskal-Wallis-Test bestand kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,448).

Abbildung 17: DASH-Score-Ergebnisse abhängig vom Alter

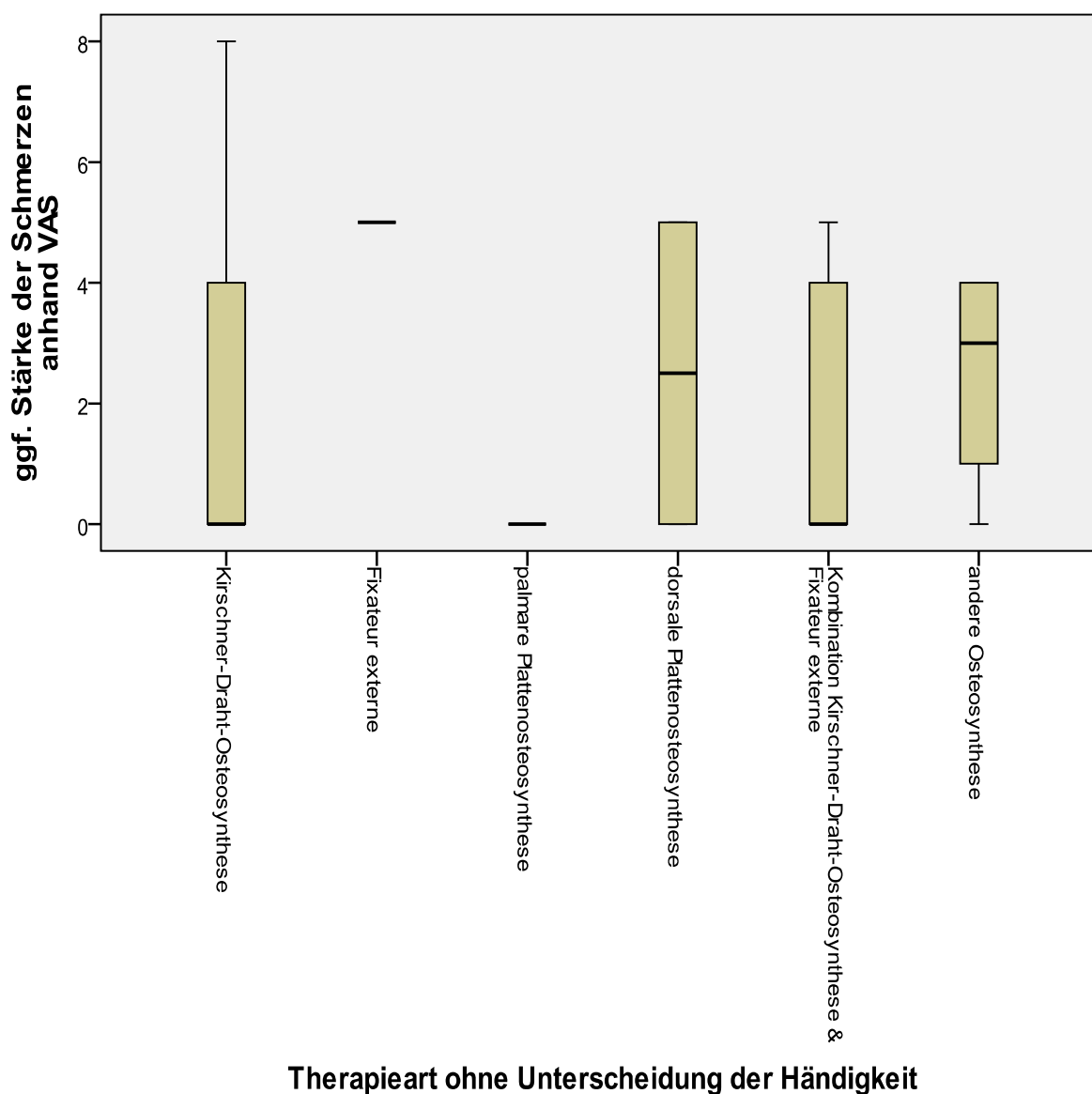


4.1.7.5. Stärke der Schmerzen und Therapieverfahren

Betrachtet man die jeweils angegebene Schmerzstärke, so zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied zwischen den Therapie-Gruppen.

Hinsichtlich der mittleren Ränge der einzelnen Therapieverfahren ergab sich zusammenfassend: die Patienten, die mittels palmarer Platte versorgt wurden, gaben die wenigsten Schmerzen an, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese, mit Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe, mit anderen Osteosynthesen und den Patienten mit dorsaler Platte. Die Patientin, die mittels Fixateur externe versorgt wurde, gab im Vergleich die meisten Schmerzen an. Zwischen allen sechs Gruppen bestand ebenfalls nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,216).

Abbildung 18: Stärke der Schmerzen abhängig vom Therapieverfahren

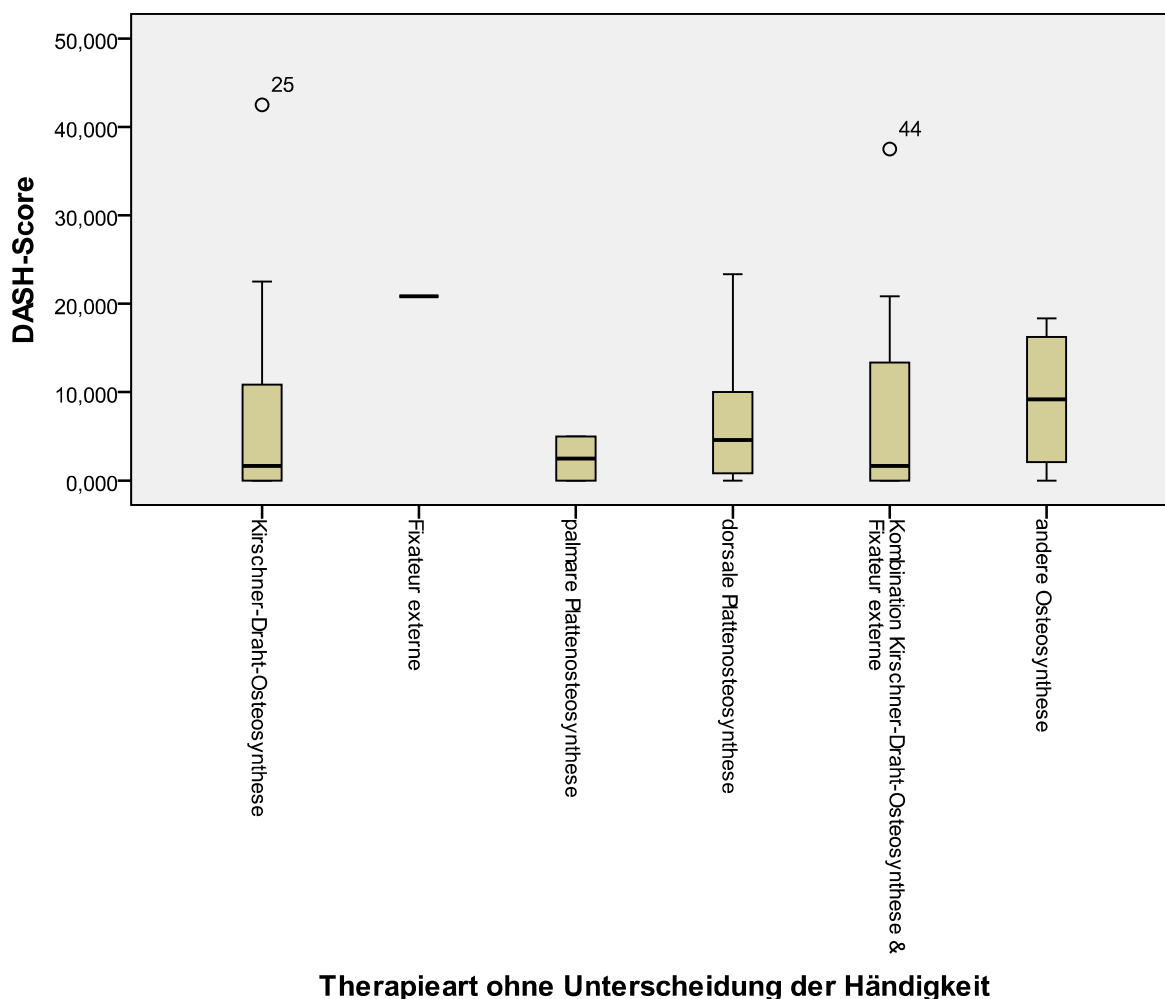


4.1.7.6. DASH und Therapieverfahren

Zwischen den Therapie-Gruppen ergab sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied im jeweils erzielten DASH-Score.

Die Patienten mit palmarer Plattenosteosynthese erreichten gemessen an den verschiedenen mittleren Rängen hierbei das beste Ergebnis, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese, mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe, mit dorsaler Plattenosteosynthese und mit anderer Osteosynthese. Die Patientin mit Fixateur externe erzielte den höchsten DASH-Score. Nach dem Kruskal-Wallis-Test ergab sich auch hier kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,532).

Abbildung 19: DASH-Score-Ergebnisse abhängig vom Therapieverfahren



4.1.8. Objektives Outcome und Frakturart/Alter/Therapieverfahren

Im Rahmen dieser Arbeit stellten die Range of Motion (ROM; verletzte Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite), sowie die Kraft (gemessen in grip und pinch) die Parameter zur Beurteilung des objektiven Outcomes dar.

4.1.8.1. ROM und Frakturart

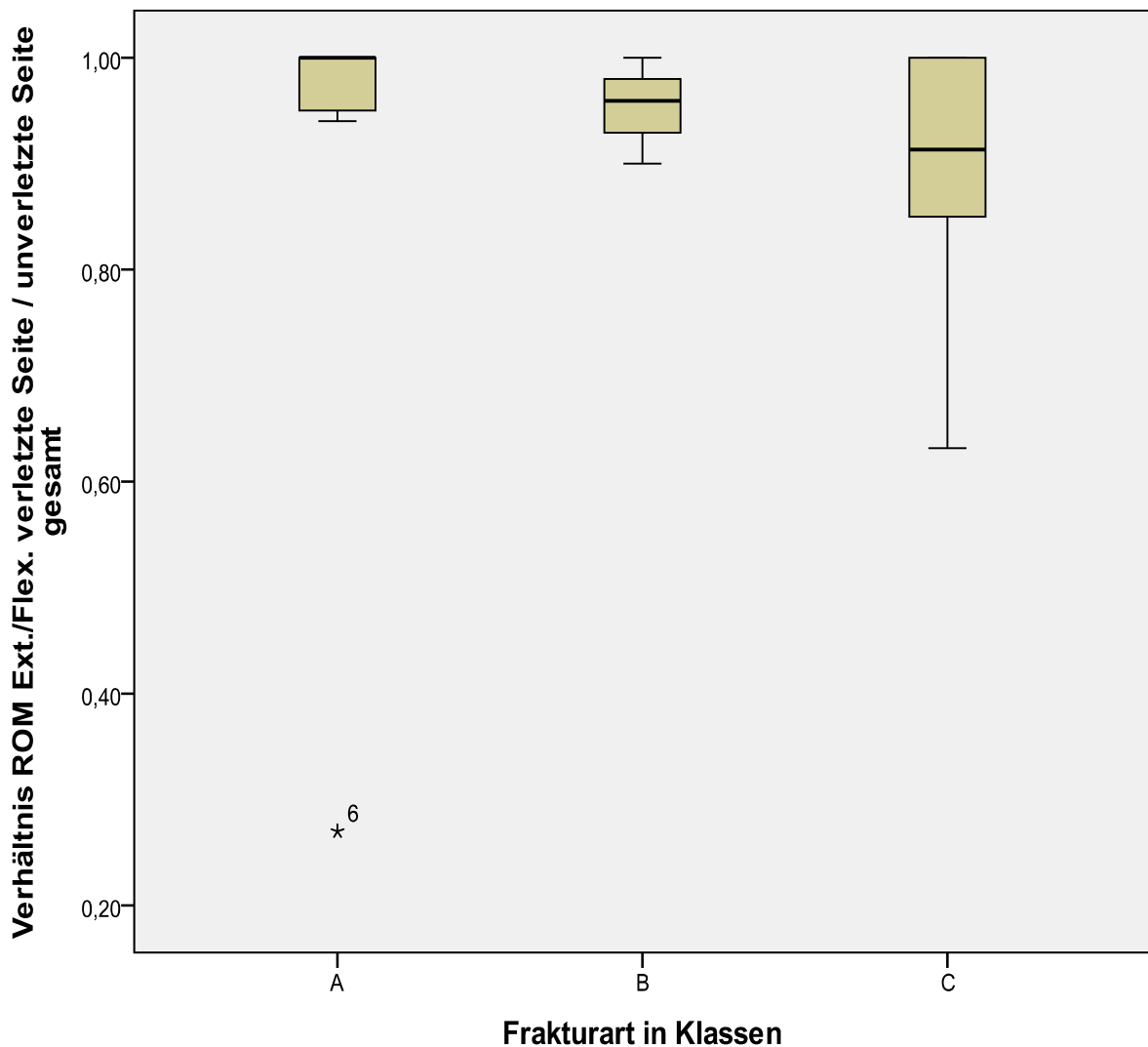
Ein Vergleich der Bewegungsausmaße der Gruppen, eingeteilt nach Frakturart, zeigte im Mann-Whitney-U-Test zwischen den A- und C-Frakturen einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,041).

Die versorgten A-Frakturen wiesen signifikant bessere Ergebnisse auf als die C-Frakturen.

Zwischen den restlichen Frakturarten zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied untereinander, weder hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung noch hinsichtlich der Radial-/Ulnarabduktion oder hinsichtlich der Pro-/Supination der verletzten Seiten bezogen auf die unverletzte Gegenseite.

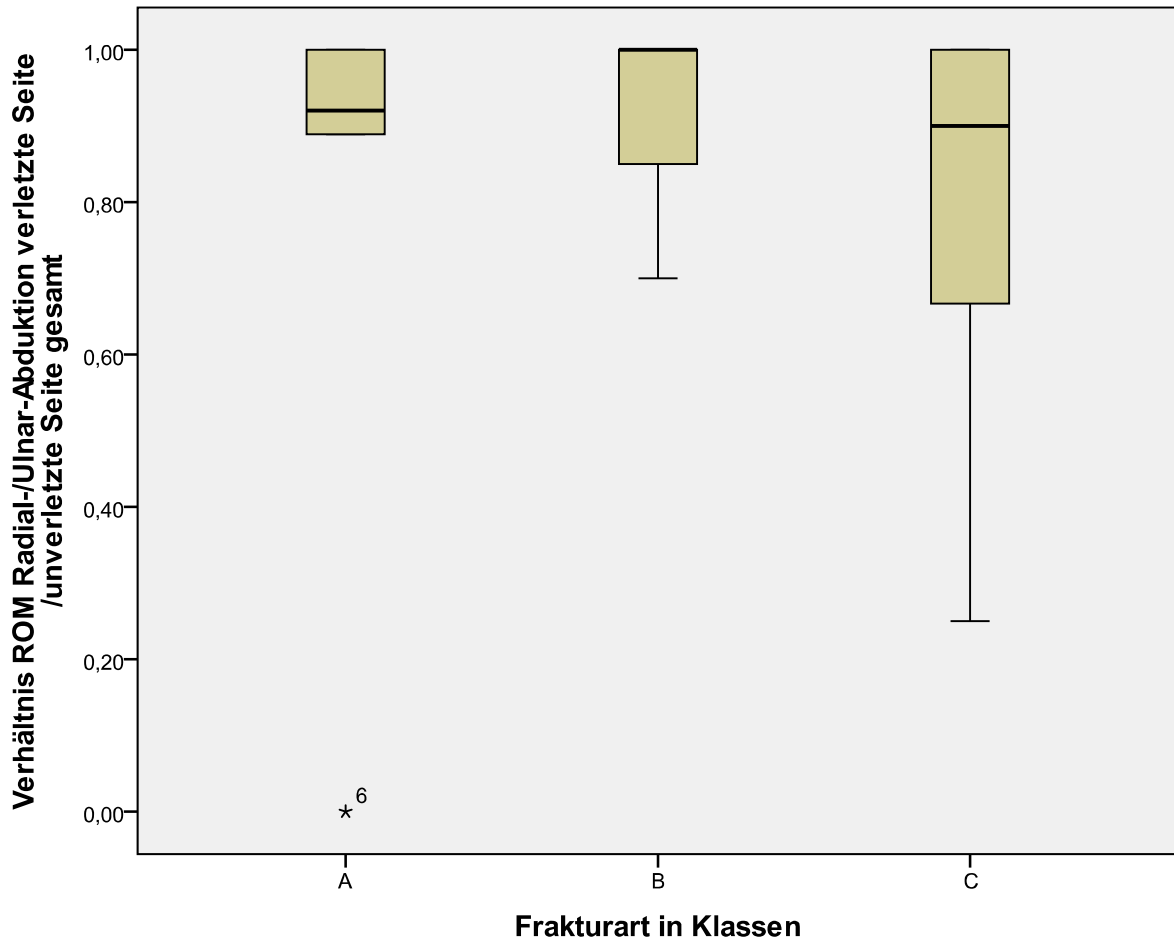
Vergleiche der mittleren Ränge verdeutlichen, dass die Patienten mit versorgten A-Frakturen wie bereits erwähnt die besten Ergebnisse hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite erzielten, gefolgt von den versorgten B- und C-Frakturen (ein höherer mittlerer Rang bedeutet höhere Verhältnismerte und somit ein besseres Ergebnis).

Abbildung 20: Extension/Flexion verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart



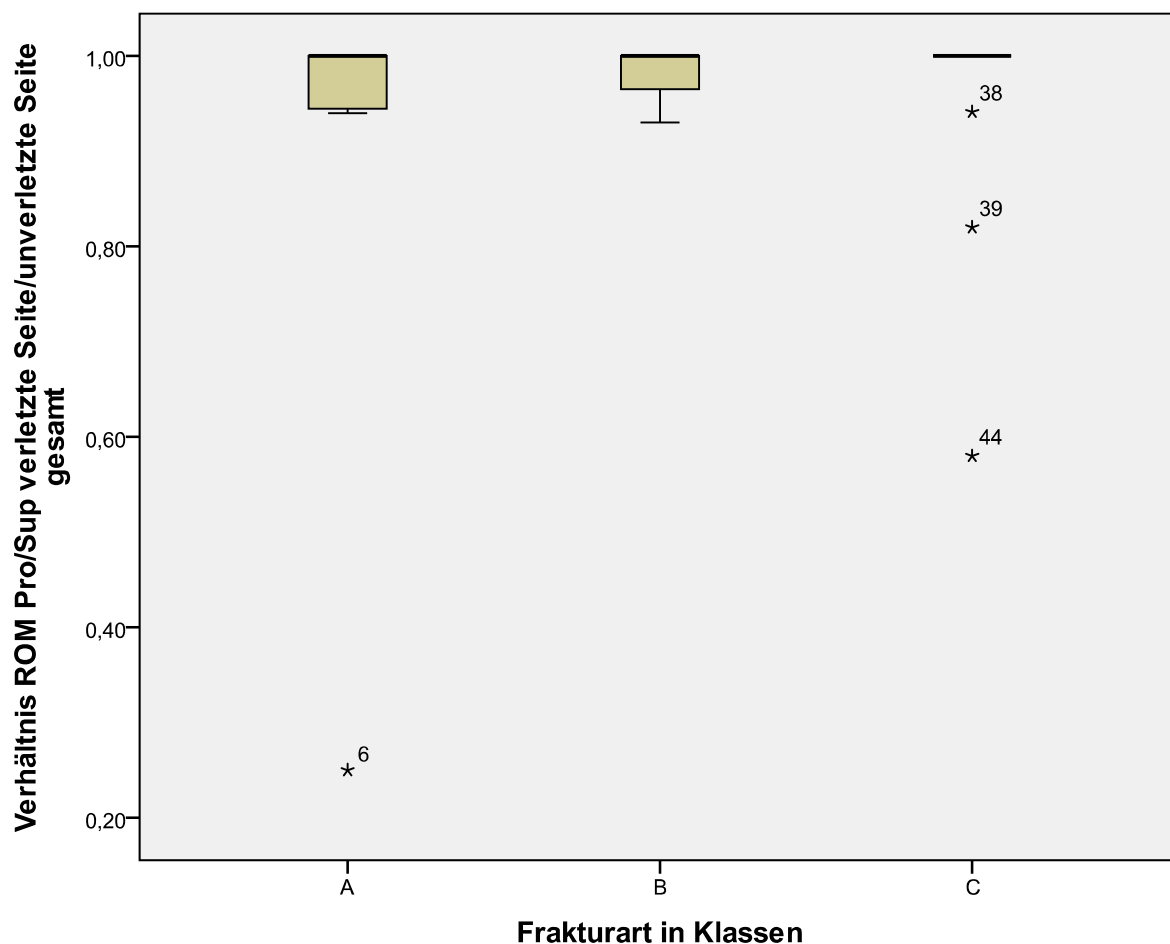
Hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite erzielten die Patienten mit versorgten B-Frakturen das beste Ergebnis, gefolgt von den versorgten A- und C-Frakturen.

Abbildung 21: Radial-/Ulnarabduktion verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart



Die Patienten mit versorgten C-Frakturen erreichten die besten Ergebnisse hinsichtlich der aktiven Pro-/Supination der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite, gefolgt von den versorgten B-Frakturen. Die versorgten A-Frakturen erzielten hier die schlechtesten Ergebnisse.

Abbildung 22: Pronation/Supination verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart



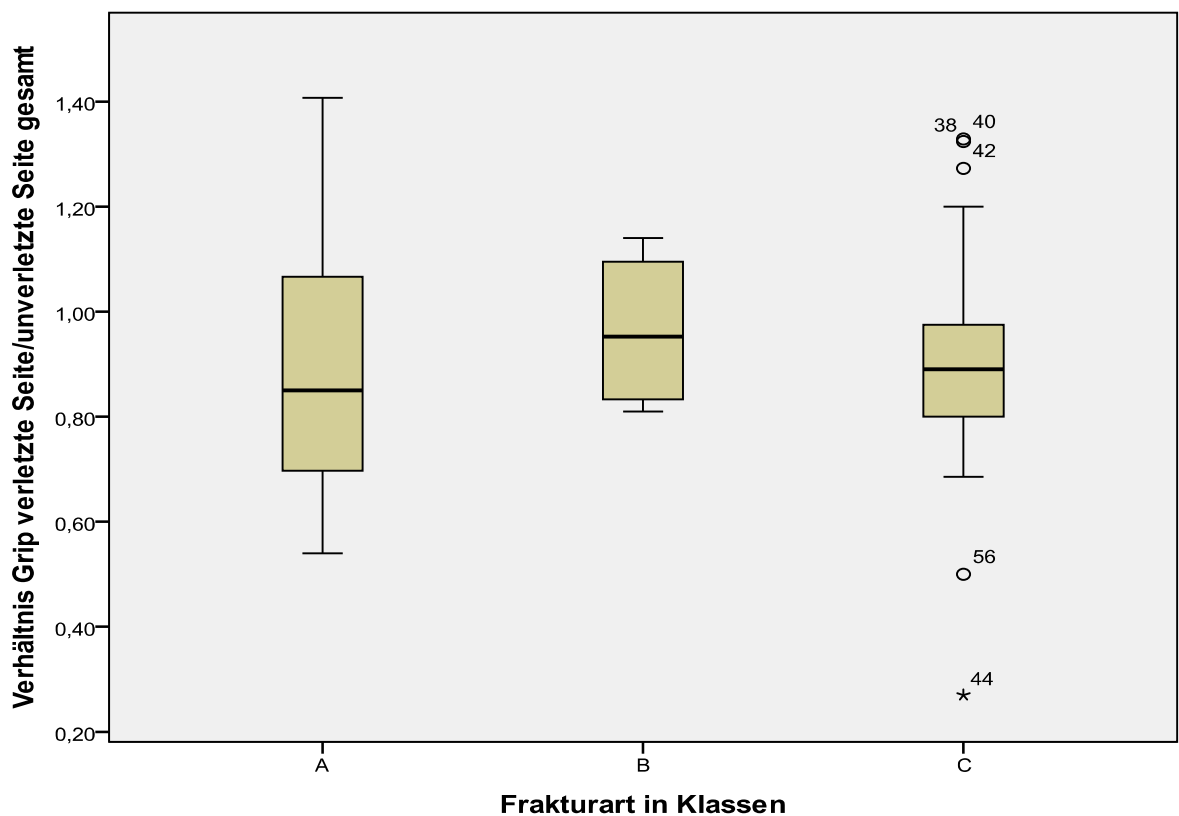
Zwischen allen drei Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung (asymptotische Signifikanz = 0,078), hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion (asymptotische Signifikanz = 0,475), sowie hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung (asymptotische Signifikanz = 0,430) der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite.

4.1.8.2. Grip/Pinch und Frakturart

Ein Vergleich der erreichten grip- bzw. pinch-Werte der verschiedenen Gruppen ergab im Mann-Whitney-U-Test keinen signifikanten Unterschied.

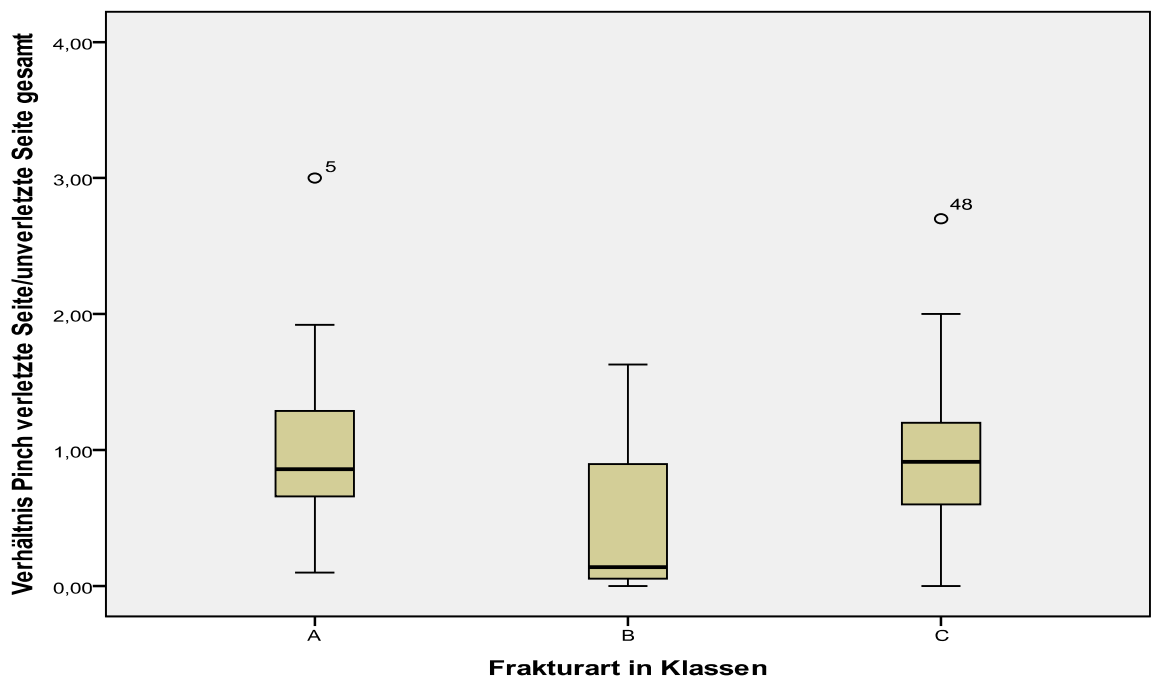
Gemessen an den mittleren Rängen erzielten die Patienten mit B-Fraktur das beste grip-Ergebnis, gefolgt von den Patienten mit C- und A-Frakturen (ein höherer mittlerer Rang bedeutet höhere Verhältniszahlen (grip bzw. pinch der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite) und somit ein besseres Ergebnis).

Abbildung 23: Grip-Werte verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart



Die Patienten mit A-Fraktur erreichten das beste pinch-Ergebnis, gefolgt von den Patienten mit C- und B-Frakturen.

Abbildung 24: Pinch-Werte verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart



Zwischen allen drei Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test auch hier kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz grip = 0,827; asymptotische Signifikanz pinch = 0,416).

4.1.8.3. ROM und Therapieverfahren

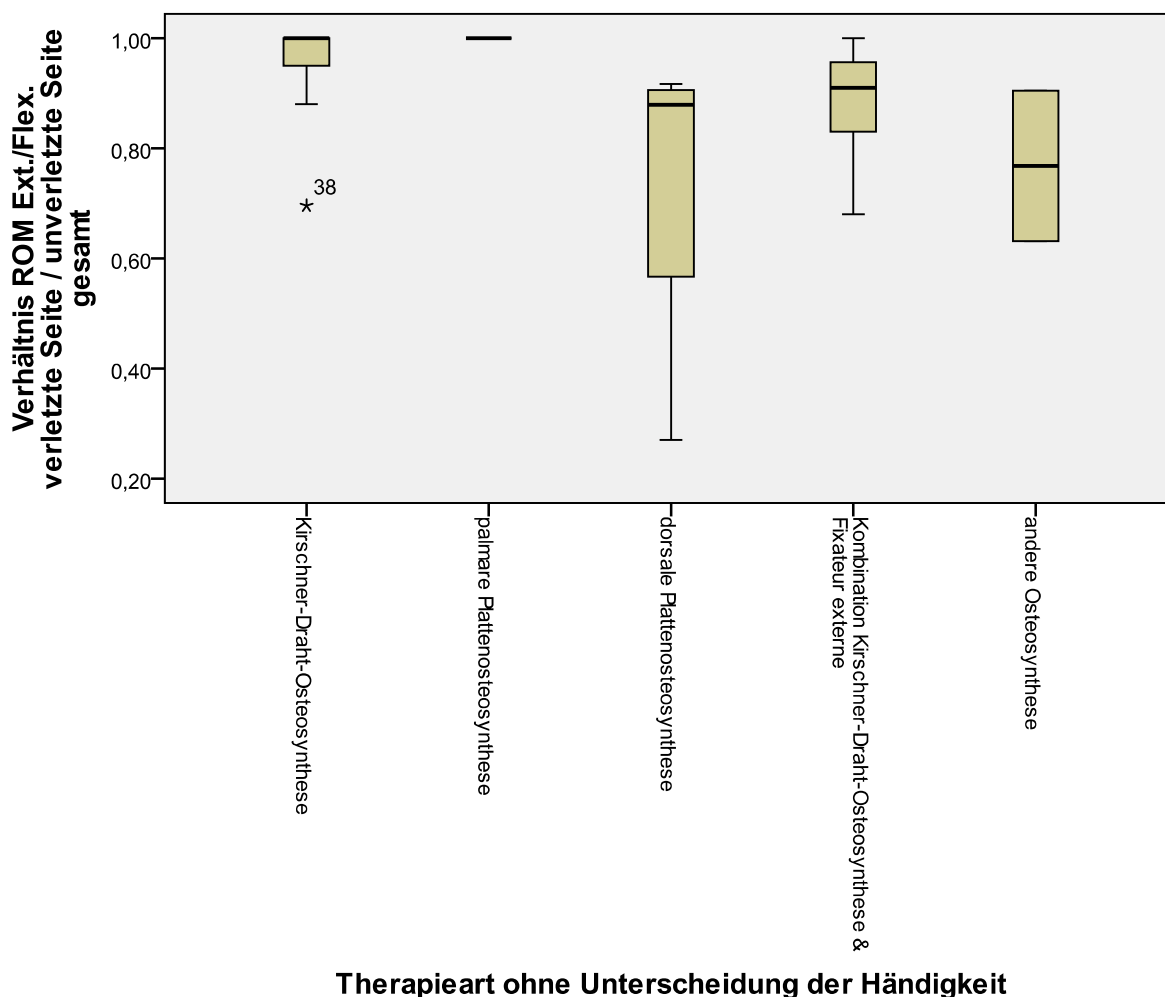
In der folgenden Auswertung konnten keine Ergebnisse bezüglich der Therapie mittels Fixateur externe ermittelt werden, da nur eine Person auf diese Weise operativ versorgt wurde und sich diese nicht bereit erklärte, persönlich im Klinikum der Universität Regensburg zu einer körperlichen Untersuchung zu erscheinen.

Vergleiche des Bewegungsausmaßes der Patienten in den verschiedenen Therapiegruppen zeigten im Mann-Whitney-U-Test einen signifikanten Unterschied sowohl zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ (asymptotische Signifikanz = 0,006), also auch zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ (asymptotische Signifikanz = 0,025) und zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „andere Osteosynthese“ (asymptotische Signifikanz = 0,047) hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite. Zudem ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „andere Osteosynthese“ hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,008). Dies bedeutete in unseren Untersuchungen, dass die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese ein deutlich besseres Ergebnis hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite erzielten als die Patienten mit dorsaler Plattenosteosynthese, sowie als solche mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe oder als solche mit einer anderen Osteosynthese. Genannte Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese erreichten ebenfalls ein deutlich besseres Ergebnis hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite als die Patienten mit anderer Osteosynthese.

Zwischen den restlichen Altersgruppen zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied untereinander, weder hinsichtlich der aktiven Extensions-

/Flexionsbewegung, noch hinsichtlich der Radial-/Ulnarabduktion, noch hinsichtlich der Pro-/Supination der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite. Betrachtet man die mittleren Ränge, so erzielten zusammenfassend die Patienten mit palmarer Platte das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese und den Patienten mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Das schlechteste Ergebnis erzielten die Patienten mit dorsaler Platte bzw. anderer Osteosynthese. Zwischen allen fünf Gruppen bestand auch nach dem Kruskal-Wallis-Test ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,006).

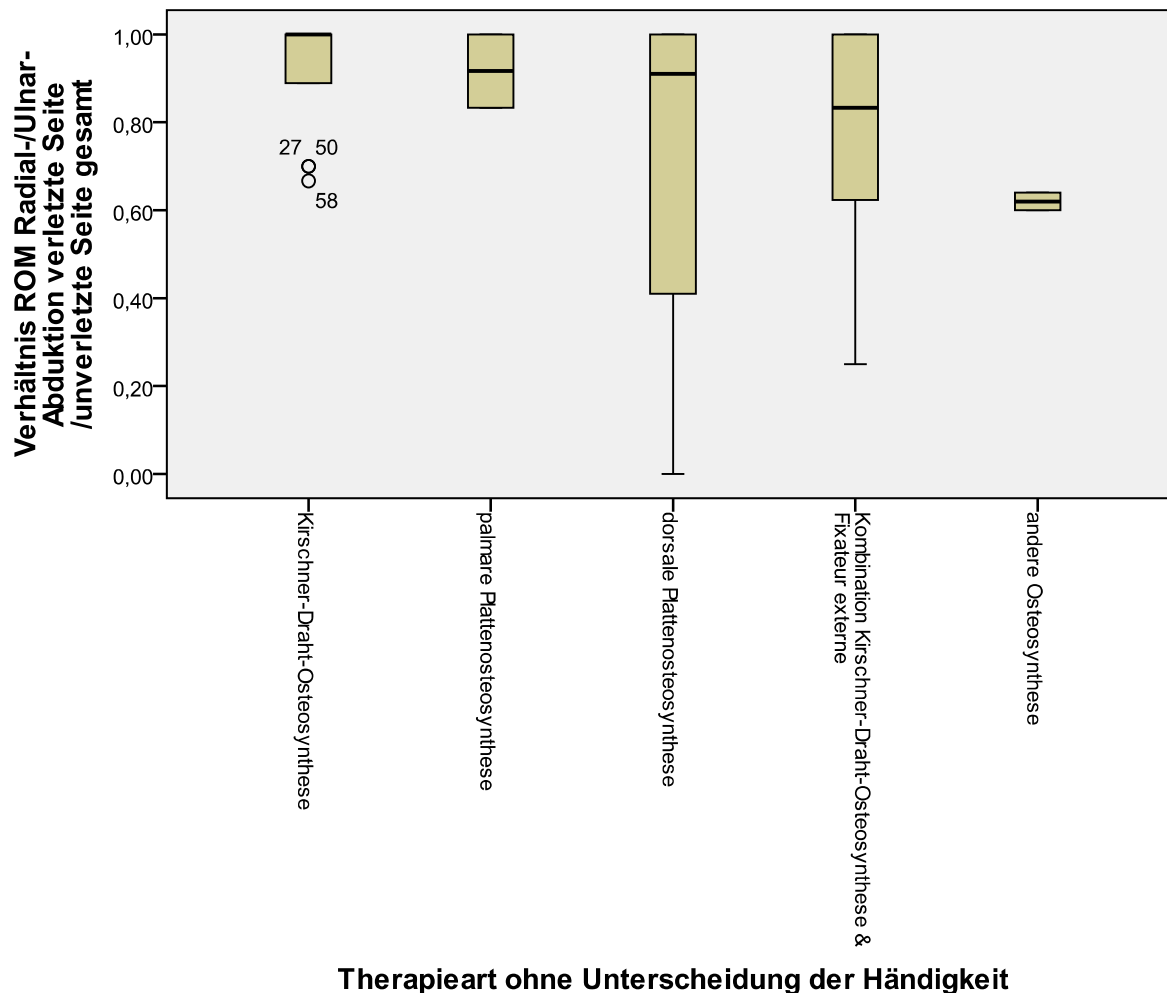
Abbildung 25: Extension/Flexion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren



Hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion erzielten die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese das beste Ergebnis, gefolgt von den Patienten mit palmarer

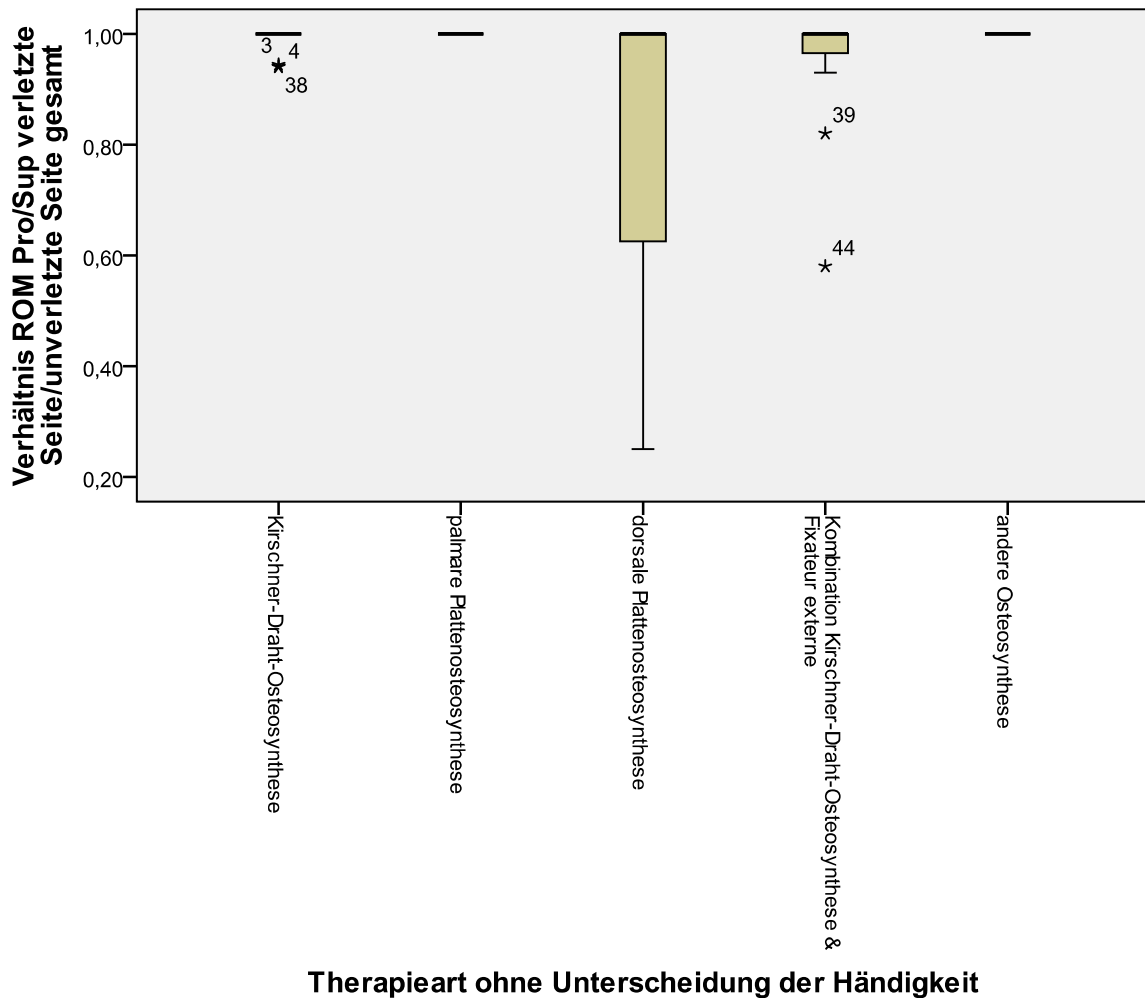
Platte, mit dorsaler Platte und denjenigen mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Das schlechteste Ergebnis erreichten hier wie bereits genannt die Patienten mit anderer Osteosynthese.

Abbildung 26: Radial-/Ulnarabduktion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren



Die Patienten mit palmarer Platte und anderer Osteosynthese konnten das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung erreichen, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese und denjenigen mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Das schlechteste Ergebnis erzielten hier die Patienten mit dorsaler Platte.

Abbildung 27: Pronation/Supination verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren



Zwischen allen fünf Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test allerdings weder ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion (asymptotische Signifikanz = 0,140), noch hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung der verletzte Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,669).

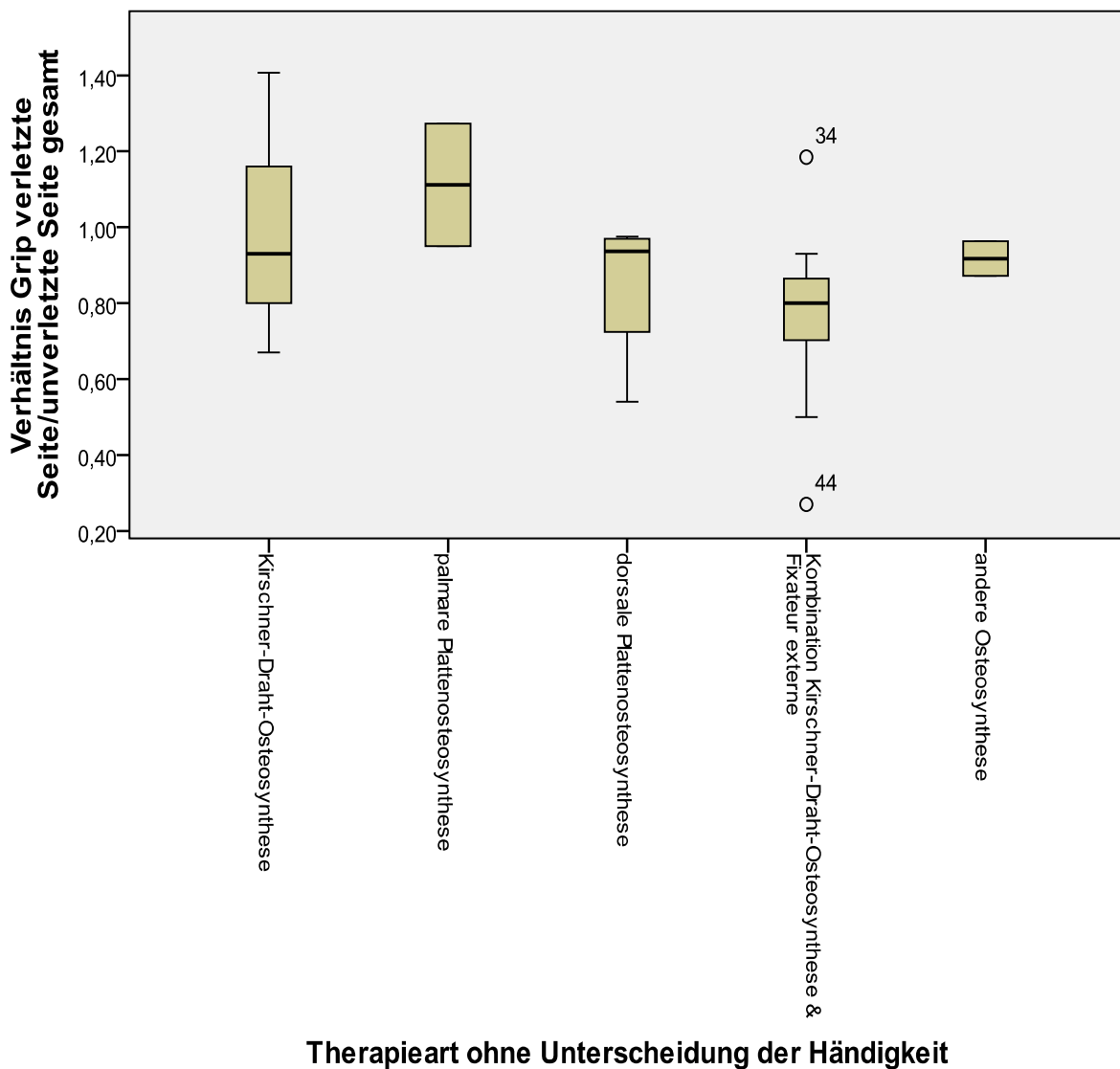
4.1.8.4. Grip/Pinch und Therapieverfahren

Die erreichten grip-Werte der Patienten in der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ waren im Mann-Whitney-U-Test signifikant besser als die grip-Werte der Patienten in der Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ (asymptotische Signifikanz = 0,042). Zwischen den restlichen Therapieverfahren zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter

Unterschied hinsichtlich des grip. Auch hinsichtlich des pinch ließ sich kein signifikanter Unterschied ermitteln.

Betrachtet man die mittleren Ränge, so kann gefolgert werden, dass die Patienten mit palmarer Platte die besten grip-Werte (verletzte Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite) erreichten, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese, mit dorsaler Platte und mit anderer Osteosynthese. Die Patienten mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe erzielten das schlechteste Ergebnis.

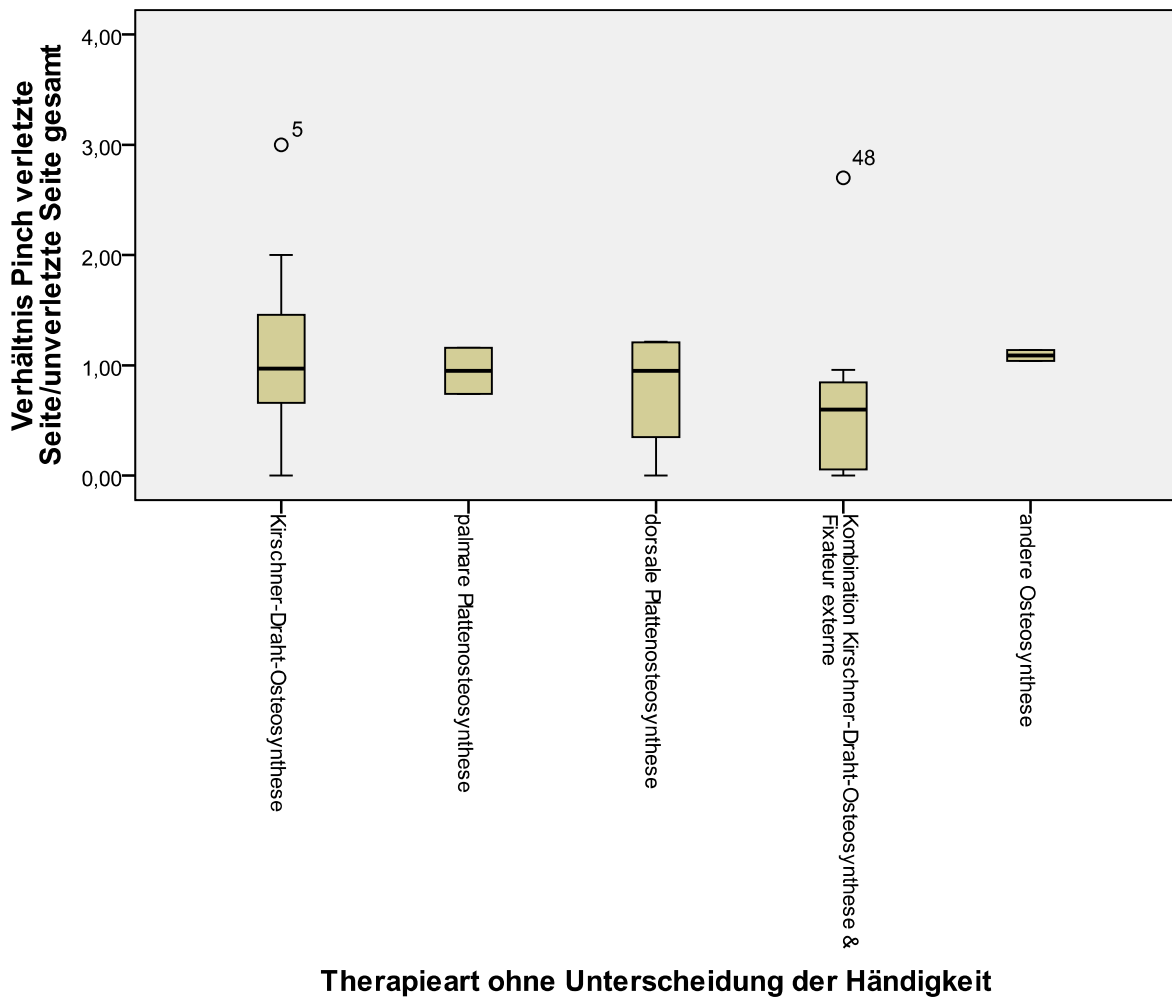
Abbildung 28: Grip-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren



Die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese erzielten die besten pinch-Werte, gefolgt von den Patienten mit anderer Osteosynthese, mit palmarer bzw. dorsaler

Platte und mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe.

Abbildung 29: Pinch-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren



Zwischen allen fünf Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test aber kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz grip = 0,142; asymptotische Signifikanz pinch = 0,385).

4.1.8.5. ROM und Alter

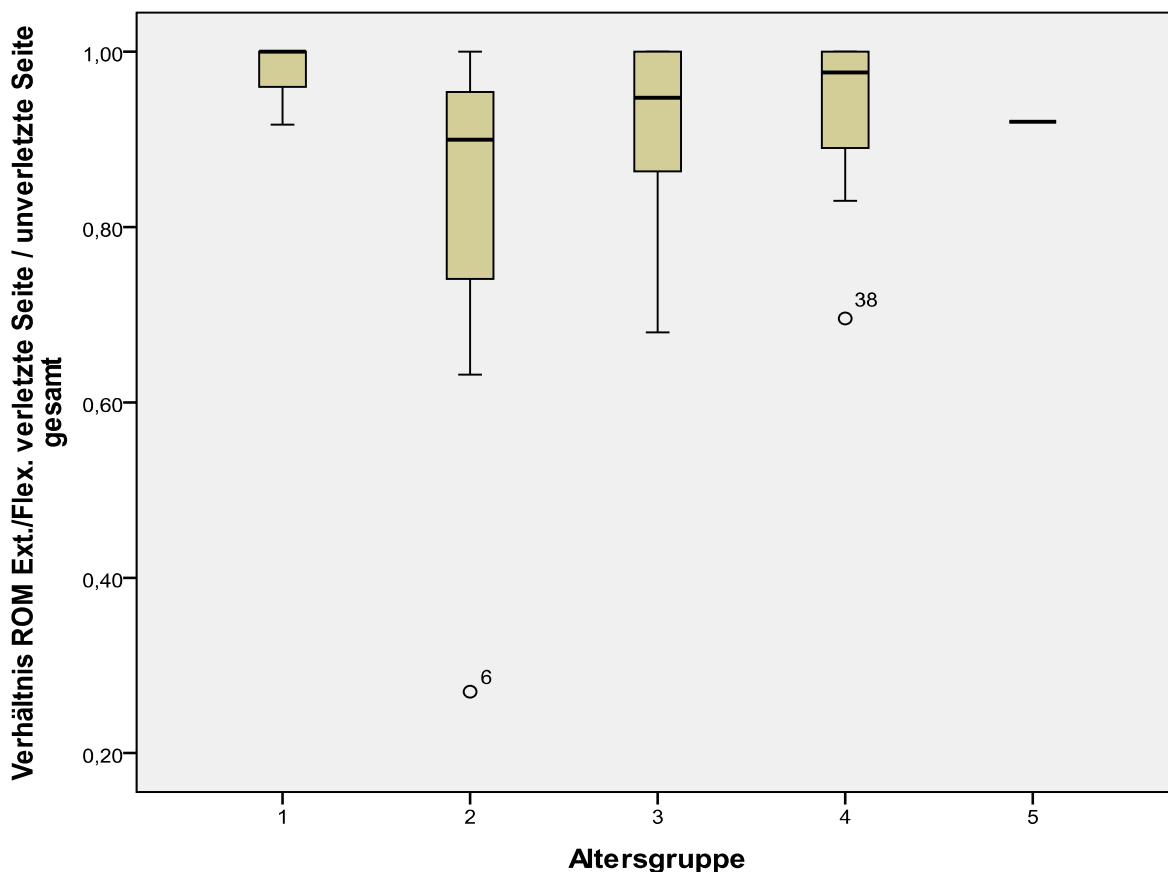
Ein Vergleich der Bewegungsausmaße der verschiedenen Altersgruppen ergab im Mann-Whitney-U-Test einen signifikanten Unterschied zwischen der Altersgruppe der 30- und 40-Jährigen (asymptotische Signifikanz = 0,030) hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte

Gegenseite. Die Altersgruppe der 30-Jährigen erzielte ein signifikant besseres Ergebnis als die Altersgruppe der 40-Jährigen.

Zwischen den restlichen Altersgruppen zeigte sich im Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied untereinander, weder hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung, noch hinsichtlich der Radial-/Ulnarabduktion oder hinsichtlich der Pro-/Supination der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite.

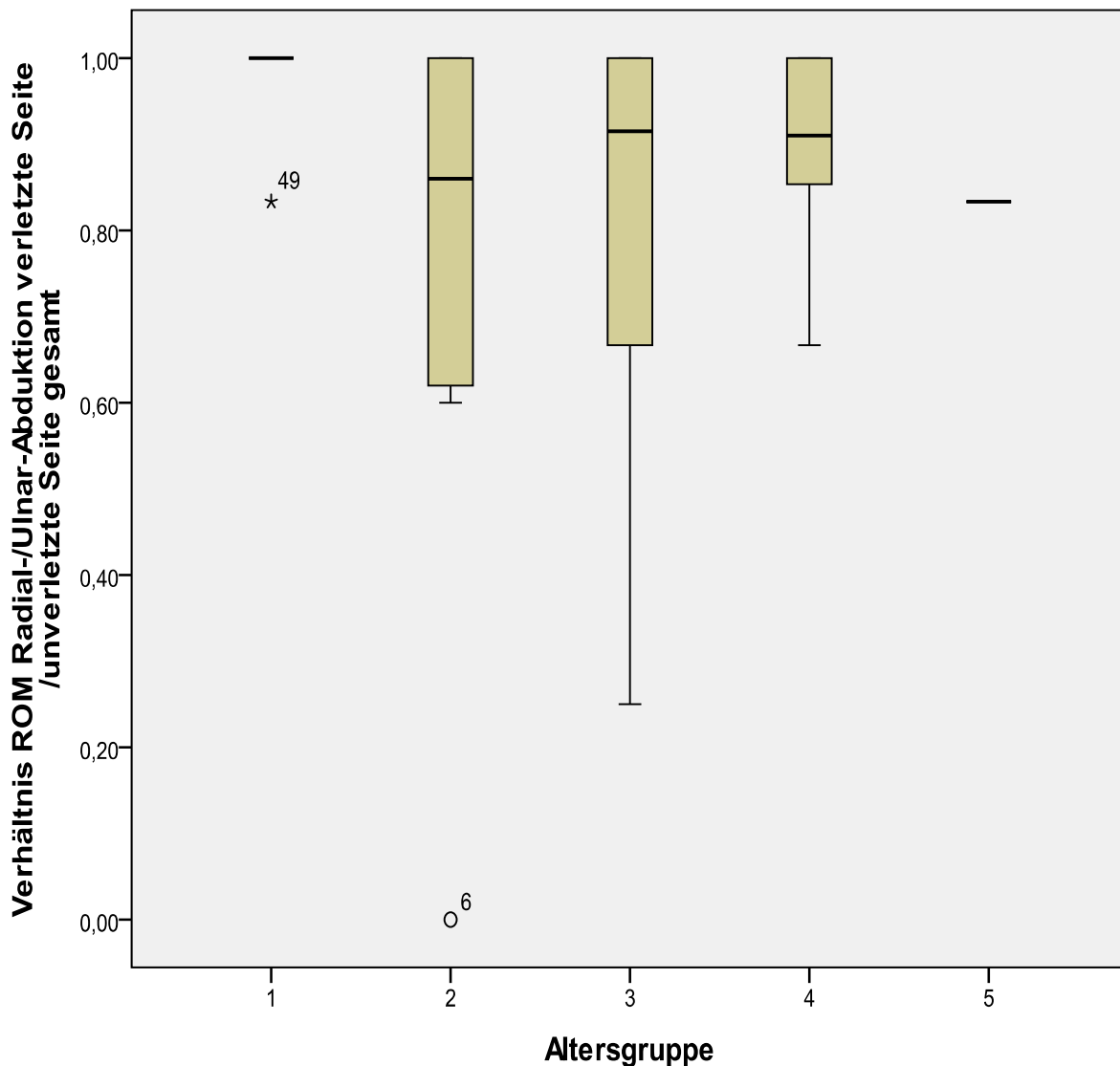
Zusammenfassend erreichte somit die Altersgruppe der 30-Jährigen das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite, gefolgt von der Altersgruppe der 60-, 50- und 70-Jährigen und älter. Das schlechteste Ergebnis erzielte die Altersgruppe der 40-Jährigen.

Abbildung 30: Extension/Flexion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter



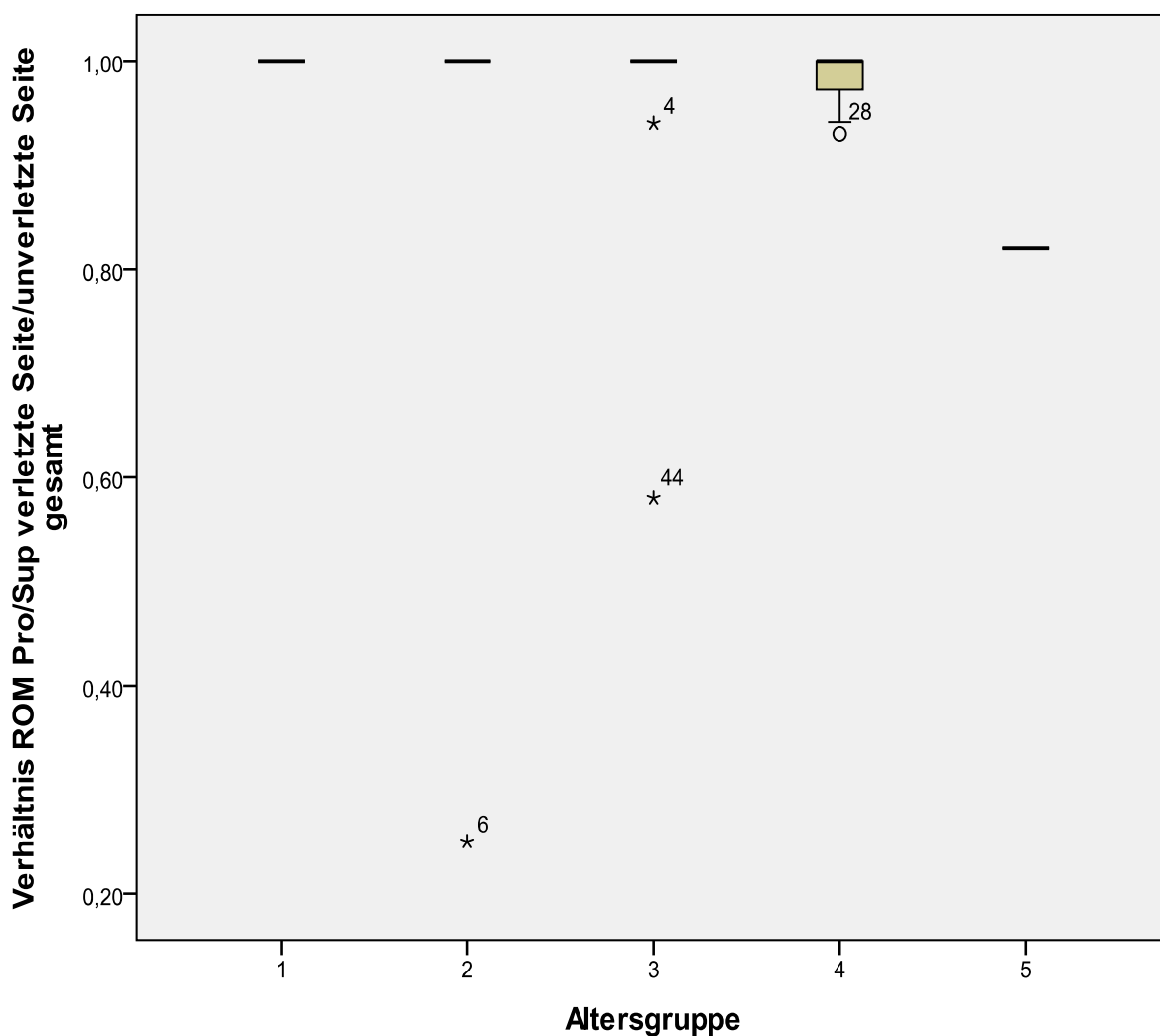
Die Altersgruppe der 30-Jährigen konnte ebenfalls das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite erreichen, gefolgt von der Altersgruppe der 60- und 50-Jährigen. Die Altersgruppen der 40- und 70-Jährigen und älter erzielten das schlechteste Ergebnis.

Abbildung 31: Radial-/Ulnarabduktion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter



Die Altersgruppe der 30-Jährigen erreichte auch das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite, gefolgt von der Altersgruppe der 50-, 40- und 60-Jährigen. Die Altersgruppe der 70-Jährigen und älter erzielte das schlechteste Ergebnis.

Abbildung 32: Pronation/Supination verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter



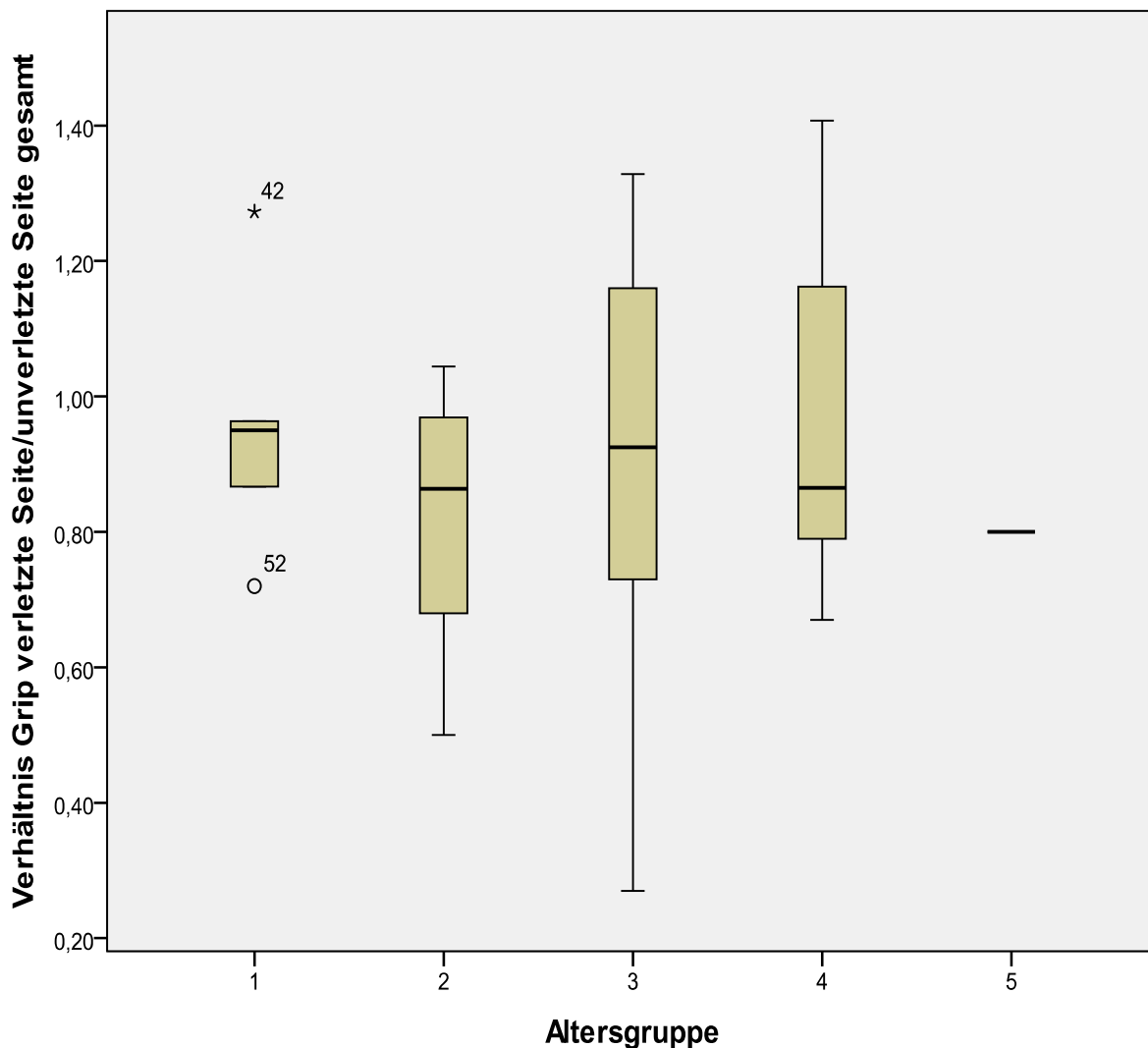
Zwischen allen fünf Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung (asymptotische Signifikanz = 0,250), hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion (asymptotische Signifikanz = 0,471), sowie hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,165).

4.1.8.6. Grip/Pinch und Alter

Kein signifikanter Unterschied war im Mann-Whitney-U-Test zwischen den grip- bzw. pinch-Werten der verschiedenen Altersgruppen zu erkennen.

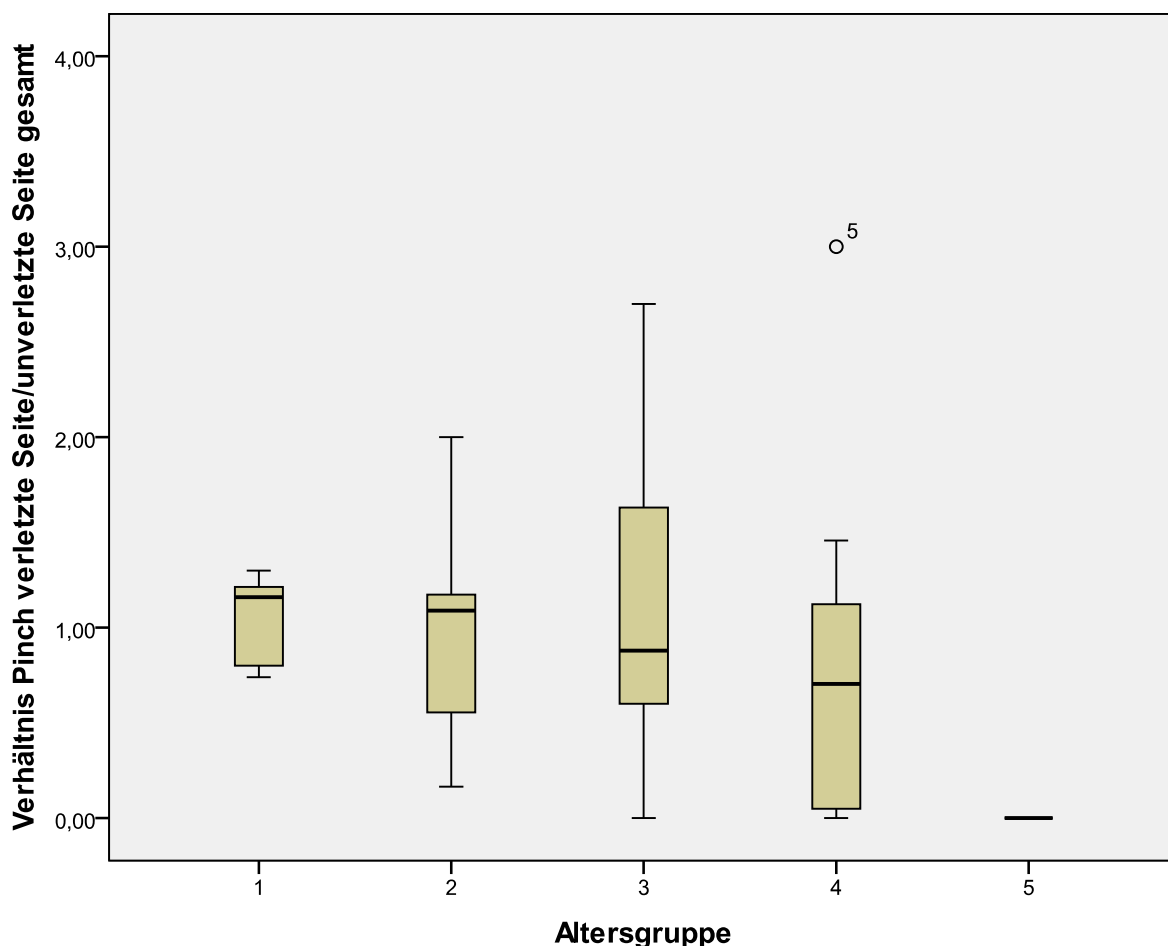
Die Altersgruppe der 30-Jährigen schnitt gemäß mittlerer Ränge am besten ab, gefolgt von den 60-, 50- und 40-Jährigen. Die Altersgruppe der 70-Jährigen und älter erzielte die schlechtesten grip-Werte.

Abbildung 33: Grip-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter



Die Altersgruppe der 30-Jährigen erreichte auch die besten pinch-Werte, gefolgt von den 40-, 50- und 60-Jährigen. Die Altersgruppe der 70-Jährigen und älter erzielte hier erneut das schlechteste Ergebnis.

Abbildung 34: Pinch-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter



Zwischen allen fünf Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz grip = 0,827; asymptotische Signifikanz pinch = 0,461).

5. Diskussion

5.1. Studiendesign

Der Arbeit wurden folgende Hypothesen zugrunde gelegt:

- ❖ das subjektive Outcome (Stärke der Schmerzen, DASH-Score) ist abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation (Hauptzielkriterium)
- ❖ das subjektive Outcome ist abhängig vom Alter des Patienten

- ❖ das subjektive Outcome ist unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren
- ❖ das objektive Outcome (Bewegungsumfang, Kraft) ist abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation
- ❖ das objektive Outcome ist unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren

5.2. Methode

5.2.1. Patienten

Bei der durchgeführten Studie handelte es sich um eine retrospektive Studie an 70 Patienten im Alter von 28 bis 72 Jahren. Die Patienten wurden im Klinikum der Universität Regensburg operativ mittels verschiedener Verfahren im Zeitraum von 1994 bis 2004 versorgt. 40 Patienten im Alter von 28 bis 69 Jahren konnten dabei persönlich im Klinikum der Universität Regensburg interviewt und nachuntersucht werden. Bei den restlichen 30 Patienten im Alter von 30 bis 72 Jahren erfolgte ein Interview per Telefon.

5.2.2. Datenerfassung

Für die Durchführung der vorliegenden Arbeit erfolgten die Untersuchung der bisher vorliegenden Patientenakten, die Durchführung des Interviews, die körperliche Untersuchung sowie die Auswertung der vorhandenen Röntgenbilder der jeweiligen Patienten. Geläufige, in der aktuellen Literatur verwendete Scores wurden in die Arbeit mit einbezogen.

5.3. Scores

Die Tatsache, dass eine Vielzahl an verschiedenen Scores und Untersuchungskriterien in der aktuellen Literatur vorliegt, erschwert die Möglichkeit, Vergleiche zwischen unterschiedlichen Studien oder Untersuchungen ziehen zu können. In der vorliegenden Arbeit wurden gängige Scores wie der DASH-Score, der Cooney and Bussey Score sowie der Mayo Wrist Score verwendet. Hierbei handelt

es sich um einen subjektiven sowie um zwei gemischt subjektiv-objektive Scores, welche häufig in der aktuellen Literatur auftauchen.

5.3.1. DASH-Score

Der DASH- Score stellt einen subjektiven Score dar, bei dem die Patienten ihre Fähigkeit zur Durchführung bestimmter Handlungen bewerten sollen. Die Art wie die Handlungen durchgeführt werden wird hier nicht berücksichtigt. Die Abkürzung „DASH“ bedeutet „Disability of the arm, shoulder and hand“ und spiegelt somit allerdings wie der Name schon sagt nicht nur die Funktion des Handgelenks im Einzelnen wider, sondern beinhaltet vielmehr die Funktion der gesamten oberen Extremität. Diese Tatsachen müssen bei der Betrachtung der Ergebnisse des Scores berücksichtigt werden.

5.3.2. Cooney and Bussey Score

Hierbei handelt es sich um einen kombiniert subjektiven (subjektives Schmerzempfinden) und objektiven Score (funktioneller Status, Bewegungsumfang, Griffstärke).

5.3.3. Mayo Wrist Score

Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen kombinierten Score, bei dem subjektive (subjektives Schmerzempfinden und persönliche Zufriedenheit) und objektive (Bewegungsumfang und Griffstärke) Kriterien bewertet werden.

5.4. Bewegungsausmaße

Als einer der wichtigsten Punkte der körperlichen Untersuchung wurden im Rahmen dieser Arbeit die Bewegungsausmaße hinsichtlich Extension/Flexion, Radial-/Ulnarabduktion sowie Pro-/Supination erhoben. Dies erfolgte zunächst auf der verletzten Seite und daraufhin im Seitenvergleich auf der unverletzten Gegenseite. Die Ergebnisse wurden sowohl als Maximalwerte, als auch als ein prozentuales Verhältnis voneinander dargestellt. Durch die Ermittlung des Verhältnisses der Werte

der verletzten Seite im Vergleich zur unverletzten Gegenseite konnte ein objektiver Vergleich der Werte innerhalb des vorliegenden Patientenkollektivs erreicht werden.

5.5. Auswertung der Röntgenbilder

Die Einteilung der Röntgenbilder erfolgte in Anlehnung an die AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen). Auf diese Weise konnten Aussagen über die Schwere der Verletzung (extraartikulär, partiell intraartikulär, intraartikulär) getroffen werden. Sie ist die in der Literatur am häufigsten verwendete Klassifikation, weshalb auch im Rahmen dieser Arbeit die Einteilung des radiologischen Materials anhand dieser Klassifikation in die Gruppe der A-, B- und C-Frakturen erfolgte. Eine weitere Unterteilung der Frakturen in ihre Untergruppen (siehe Punkt 2.4.2: Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)) war im Rahmen dieser Arbeit nicht sinnvoll, da die einzelnen Untergruppen dann zu wenig Patienten umfasst hätten und keine aussagekräftigen Vergleiche der einzelnen Gruppen untereinander mehr möglich gewesen wären.

Zur optimalen Beurteilung der vorliegenden Frakturen bzw. zum besseren Vergleich der verletzten Seite mit der unverletzten Gegenseite wäre die Durchführung von Vergleichsaufnahmen der unverletzten Extremität notwendig. Hierauf musste allerdings aus Gründen des Strahlenschutzes sowie aus ethischen Grundsätzen verzichtet werden.

Somit wurde versucht, die verschiedenen Frakturtypen mit Hilfe der vorhandenen Röntgenbilder sowie der vorliegenden Patientenakten so genau wie möglich einzuteilen. In der Praxis ist dieses Vorgehen schwierig, weshalb eine geringe Fehlerquote trotz exaktem Arbeiten nicht vollständig ausgeschlossen werden kann.

5.6. Diskussion der Ergebnisse

5.6.1. Ergebnisse des Interviews und der Untersuchung

Zusammenfassend wurden 70 Patienten in diese Studie eingeschlossen. 40 Patienten im Alter von 28 bis 69 Jahren wurden persönlich im Klinikum der Universität Regensburg interviewt und nachuntersucht, 30 Patienten im Alter von 30 bis 72 Jahren wurden per Telefon interviewt.

Das mediane Alter aller Studienteilnehmer betrug 52 Jahre (Mittelwert 50,53 Jahre). Im Vergleich mit der aktuellen Literatur fanden sich hierzu sowohl niedrigere als auch höhere Altersangaben. In der Studie von Drobetz aus dem Jahr 2003 betrug das Durchschnittsalter 62 Jahre⁹⁰, in der Studie von Herron et al., ebenfalls aus dem Jahr 2003, betrug es 42 Jahre.⁹¹

Das Kollektiv bestand insgesamt aus 28 männlichen (40%) und 42 weiblichen (60%) Patienten. Das Verhältnis männlich zu weiblich betrug somit 1:1,5. In der gängigen Literatur überwiegt der Frauenanteil in noch höherem Maße: hier wird von einem Verhältnis Männer zu Frauen mit distaler Radiusfraktur von 1:4 gesprochen.¹⁷

26 Patienten in dieser Studie (37,1%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ A. Ihr medianes Alter betrug 55,50 Jahre (Bereich 31 – 72 Jahre; Mittelwert 54,04 Jahre). 21 Patienten, welche eine Typ A-Fraktur erlitten hatten, wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels Fixateur externe, zwei Patienten mittels palmarer Plattenosteosynthese und zwei Patienten mittels dorsaler Plattenosteosynthese versorgt.

Sechs der 70 Patienten (8,6%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ B. Das mediane Alter betrug hierbei 45,50 Jahre (Bereich 30 – 63 Jahre; Mittelwert 47,17 Jahre). Vier der sechs B-Frakturen wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, eine mittels palmarer Plattenosteosynthese und eine mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

Die restlichen 38 Patienten (54,3%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ C. Ihr medianes Alter betrug 50 Jahre (Bereich 29 – 69 Jahre; Mittelwert 48,66 Jahre). 17 Patienten erhielten eine Kirschner-Draht-Osteosynthese, drei Patienten eine palmare Plattenosteosynthese, vier Patienten eine dorsale Plattenosteosynthese, zehn Patienten eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe und vier Patienten eine andere Osteosynthese.

Der in der Literatur oft genannte Anstieg der Inzidenz der distalen Radiusfraktur von prämenopausal zehn pro 10.000 Frauen auf postmenopausal 33 pro 10.000 Frauen²¹ und somit ein Zusammenhang zwischen einer verminderten Knochendichte im Alter und einem erhöhten Risiko für die Entstehung einer distalen Radiusfraktur konnte im Rahmen dieser Studie nicht bestätigt werden. Die Altersverteilung zeigte sich bezogen auf die Frakturart hier eher ausgeglichen.

Es erfolgte schließlich eine Einteilung der Patienten in verschiedene Gruppen, um diese miteinander vergleichen zu können und somit Unterschiede zwischen den Gruppen darstellen zu können: das Patientenkollektiv wurde anhand des Alters, des

gewählten Therapieverfahrens und anhand der Frakturart nach AO-Klassifikation eingeteilt.

Somit ergaben sich zunächst fünf Altersgruppen: die erste Altersgruppe umfasste acht Patienten (11,4%) im Alter von 29 bis 35 Jahren und stellte die Altersgruppe der 30-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um zwei Frauen und sechs Männer. Verwendet wurden in dieser Gruppe drei Kirschner-Draht-Osteosynthesen, drei palmare Plattenosteosynthesen, eine dorsale Plattenosteosynthese und einmal eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Es handelte sich hierbei um zwei A-, eine B- und fünf C-Frakturen.

Die zweite Altersgruppe umfasste 17 Patienten (24,3%) im Alter von 36 bis 45 Jahren und stellte die Altersgruppe der 40-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um sieben Frauen und zehn Männer. Verwendet wurden sieben Kirschner-Draht-Osteosynthesen, ein Fixateur externe, eine palmare Plattenosteosynthese, drei dorsale Plattenosteosynthesen, einmal eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe und vier andere Osteosynthesen. Nach AO-Klassifikation handelte es sich hierbei um fünf A-, zwei B- und zehn C-Frakturen.

Die dritte Altersgruppe umfasste 18 Patienten (25,7%) im Alter von 46 bis 55 Jahren und stellte die Altersgruppe der 50-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um elf Frauen und sieben Männer. Verwendet wurden hierbei zwölf Kirschner-Draht-Osteosynthesen, eine palmare und eine dorsale Plattenosteosynthese, sowie viermal eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Es handelte sich hierbei um sechs A-, eine B- und elf C-Frakturen.

Die vierte Altersgruppe umfasste 21 Patienten (30%) im Alter von 56 bis 65 Jahren und stellte die Altersgruppe der 60-Jährigen dar. Dabei handelte es sich um 17 Frauen und vier Männer. 16 Mal wurde eine Kirschner-Draht-Osteosynthese, einmal eine palmare Plattenosteosynthese und viermal eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe verwendet. Nach AO-Klassifikation fanden sich in dieser Gruppe acht A-, zwei B- und elf C-Frakturen.

Die fünfte Altersgruppe umfasste sechs Patienten (8,6%) im Alter von über 66 Jahren und stellte die Altersgruppe der 70-Jährigen und älter dar. Dabei handelte es sich um fünf Frauen und einen Mann. Verwendet wurden vier Kirschner-Draht-Osteosynthesen, eine dorsale Plattenosteosynthese und einmal eine Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Nach AO-Klassifikation fanden sich fünf A- und eine C-Fraktur. Somit konnte im Rahmen dieser Studie im Gegensatz zu vielen anderen Arbeiten kein Hinweis dafür gefunden werden, dass

sich die komplizierteren Frakturen mit Gelenkbeteiligung v.a. in höheren Altersklassen finden lassen würden.^{23,92} Im Gegenteil, in dieser Arbeit zeigten sich in der ersten bis vierten Altersgruppe hauptsächlich C-Frakturen, in der fünften Altersgruppe überwogen die A-Frakturen.

Anhand des Therapieverfahrens wurden sechs verschiedene Gruppen gebildet: „Kirschner-Draht-Osteosynthese“, „Fixateur externe“, „palmarer Plattenosteosynthese“, „dorsale Plattenosteosynthese“, „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe“ und „andere Osteosynthese“.

Die Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ umfasste 42 Patienten. Dabei handelte es sich um 33 Frauen und neun Männer. Das mediane Alter der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ betrug 54,50 Jahre (Bereich 29 – 72 Jahre; Mittelwert 53,26 Jahre). Es fanden sich 21 A-, vier B- und 17 C-Frakturen.

Die Gruppe „Fixateur externe“ umfasste eine weibliche Patientin, deren Alter 37 Jahre betrug und die nach AO-Klassifikation eine A-Fraktur erlitten hatte.

Die Gruppe „palmarer Plattenosteosynthese“ umfasste sechs Patienten. Dabei handelte es sich um drei Frauen und drei Männer. Das mediane Alter der Gruppe „palmarer Plattenosteosynthese“ betrug 37,50 Jahre (Bereich 30 – 64 Jahre; Mittelwert 41,33 Jahre). Nach AO-Klassifikation fanden sich zwei A-, eine B- und drei C-Frakturen.

Die Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ umfasste sechs männliche Patienten. Das mediane Alter der Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ betrug 40 Jahre (Bereich 30 – 68 Jahre; Mittelwert 44,83 Jahre). Nach AO-Klassifikation fanden sich zwei A- und vier C-Frakturen.

Die Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ umfasste elf Patienten. Dabei handelte es sich um fünf Frauen und sechs Männer. Das mediane Alter der Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ betrug 53 Jahre (Bereich 33 – 69 Jahre; Mittelwert 53,45 Jahre). Es fanden sich eine B- und zehn C-Frakturen.

Die Gruppe „andere Osteosynthese“ umfasste vier männliche Patienten. Das mediane Alter der Gruppe „andere Osteosynthese“ betrug 39 Jahre (Bereich 36 – 44 Jahre; Mittelwert 39,50 Jahre). Nach AO-Klassifikation fanden sich vier C-Frakturen. Zusammenfassend wurden also v.a. die jüngeren Altersgruppen mittels palmarer oder dorsaler Plattenosteosynthese versorgt, die älteren Patienten erhielten im Schnitt mehr Kirschner-Draht-Osteosynthesen, bzw. zusätzlich einen Fixateur externe.

Zuletzt erfolgte eine Unterteilung nach der Frakturart nach AO-Klassifikation: 26 Patienten (37,1%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ A. Das mediane Alter der Patienten mit einer A-Fraktur betrug 55,50 Jahre (Bereich 31 – 72 Jahre; Mittelwert 54,04 Jahre). 21 Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels Fixateur externe, zwei Patienten mittels palmarer Plattenosteosynthese und zwei Patienten mittels dorsaler Plattenosteosynthese versorgt.

Sechs Patienten (8,6%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ B. Das mediane Alter der Patienten mit einer B-Fraktur betrug 45,50 Jahre (Bereich 30 – 63 Jahre; Mittelwert 47,17 Jahre). Vier Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, ein Patient mittels palmarer Plattenosteosynthese und ein Patient mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe versorgt.

38 Patienten (54,3%) erlitten eine distale Radiusfraktur vom Typ C. Das mediane Alter der Patienten mit einer C-Fraktur betrug 50 Jahre (Bereich 29 – 69 Jahre; Mittelwert 48,66 Jahre). 17 Patienten wurden mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese, drei Patienten mittels palmarer Plattenosteosynthese, vier Patienten mittels dorsaler Plattenosteosynthese, zehn Patienten mittels einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe und vier Patienten mittels einer anderen Osteosynthese versorgt.

Somit ergab sich im Rahmen dieser Studie wie bereits an anderer Stelle erwähnt, dass die Patienten aus höheren Altersgruppen hier eher eine A-Fraktur erlitten hatten. Das mediane Alter der Patienten mit C-Frakturen lag etwas darunter, die Patienten mit B-Frakturen waren die jüngsten in diesem Patientenkollektiv.

Vor der Verletzung des distalen Radius befanden sich unter den befragten Patienten acht Linkshänder (11,4%), 61 Rechtshänder (87,1%) und ein beidhändiger Patient (1,4%). Die betroffene Seite war bei 33 Patienten (47,1%) der linke und bei 37 Patienten (52,9%) der rechte Radius. Bei 33 von 61 Rechtshändern (54,1%) kam es zu einem Bruch der entsprechenden rechten Seite, bei fünf von acht Linkshändern (62,5%) kam es zu einem Bruch der entsprechenden linken Seite, sodass zusammenfassend bei 38 von 70 Patienten (54,3%) der Radius der dominanten Seite verletzt wurde. Nach der Verletzung des distalen Radius gaben fünf der 61 Rechtshänder (8,2%) an, seither beide Hände gleichermaßen zu benutzen. Somit ergab sich im Rahmen dieser Studie ein geringfügiger Zusammenhang zwischen der

dominanten Seite und dem verletzten Handgelenk, was z.B. auch von Zwack et al. dargestellt werden konnte.⁹³

Hinsichtlich des Schmerzverhaltens gaben 44 Patienten (62,9%) keinerlei Schmerzen nach der operativen Versorgung an. Zwei Patienten (2,9%) verspürten Schmerzen in Ruhe, sieben Patienten (10%) bei Bewegung, 16 Patienten (22,9%) unter Belastung und ein Patient (1,4%) immer. Ein Patient (1,4%) gab an, dass er gelegentlich Schmerzen über der Narbe wahrnehmen würde. Über Wetterfühligkeit klagten 27 (38,6%) der 70 Patienten. Drei (4,3%) Patienten äußerten, dass sie aufgrund der noch vorhandenen Schmerzen auf Schmerzmittel zurückgreifen würden. Hierbei handle es sich um NSAID, welche die Betroffenen weniger als einmal pro Woche einnehmen würden. Die Stärke der Schmerzen betrug auf der visuellen Analogskala (VAS) bei einem Patienten (1,4%) 2, bei zwei Patienten (2,9%) 3, bei neun Patienten (12,9%) 4, bei zehn Patienten (14,3%) 5, bei drei Patienten (4,3%) 6 und bei einem Patienten (1,4%) 8. Ein Vergleich mit Studien von Moore et al. oder MacDermid et al. zeigte, dass die Mehrheit der untersuchten Personen keine bis lediglich wenig Schmerzen, diese dann hauptsächlich bei stärkeren Belastungen, verspüren würde.⁹⁴ In der Studie von Moore et al. aus dem Jahre 2008 gaben 11% der Beteiligten an, postoperativ noch diskrete Schmerzen zu verspüren.⁹⁵

Unseren Nachforschungen zufolge kam es bei 17 der untersuchten 40 Patienten postoperativ zu Komplikationen. Zusätzlich berichteten zwei der 30 per Telefon interviewten Patienten ebenfalls über Probleme nach der Operation. Folglich erlitten 42,5% der untersuchten und 6,7% der interviewten Personen Komplikationen. Zusammenfassend ergab dies Probleme bei 19 von 70 Patienten (27,1%), die restlichen 28 per Telefon befragten Personen versicherten, dass sie keinerlei Einschränkung nach der Operation erlitten hätten. In der Literatur findet sich eine große Bandbreite an Komplikationen. Auch die Angaben bezüglich der Häufigkeit ihres Auftretens schwanken massiv. So werden Werte zwischen 10 und knapp 50% genannt.^{96,97} Orbay und Fernandez hingegen beschreiben in ihren Veröffentlichungen lediglich eine Komplikationsrate von 3,2%.⁹⁸ Hauptsächlich wird hierbei als Komplikation eine Sehnenläsion bzw. -ruptur des M. extensor pollicis longus beschrieben, v.a. wenn bei der Anlage von palmaren Plattenosteosynthesen Schrauben radiokarpal intraartikulär zu liegen kamen bzw. bikortikal eingebracht wurden und überstehend waren.⁹⁷⁻¹⁰⁰ Ein weiteres ernstzunehmendes Problem wird häufig in der Literatur beschrieben: der Morbus Sudeck, welcher laut Veldman et al. in 8 - 25% der Fälle auftreten würde. Im Rahmen dieser Studie trat die Problematik

bei vier der gesamten 70 Patienten, d.h. in 5,7% der Fälle auf und konnte konservativ durch entsprechende Analgesie, sowie mittels krankengymnastischer Beübung erfolgreich behandelt werden (siehe unten). Die in dieser Studie insgesamt festgestellten 27,14% stimmen somit mit dem genannten Bereich von 10 - 50% an Komplikationen in der gängigen Literatur überein.

Im Detail waren in unseren Untersuchungen vier der 40 untersuchten Patienten (10%) nicht in der Lage, die Hohlhandbeugefalte der verletzten Seite mit allen Fingerkuppen zu erreichen. Zwei Patienten (5%) waren in der aktiven Streckbewegung der Finger der betroffenen Seite eingeschränkt, zwei Patienten (5%) waren lediglich zu eingeschränkter Retropulsion des Daumens der verletzten Seite im Stande. Zwei Patienten (5%) waren in der aktiven Radial-/Ulnarabduktion der betroffenen Seite eingeschränkt. Fünf der 40 Patienten (12,5%) war es nicht möglich, mit der Hand der verletzten Seite eine Kraft im Schlüsselgriff auszuüben.

Vier Patienten (10%) zeigten Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. ulnaris. Zwei Patienten (5%) zeigten Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. medianus und ein Patient (2,5%) zeigte Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des N. radialis.

Vier der 70 Patienten (5,7%) berichteten über einen vorübergehend vorhandenen M. Sudeck, welcher sich im weiteren Verlauf gut therapieren ließ und schließlich rückläufig war. Bei allen vier Patienten wurde eine operative Versorgung mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese durchgeführt.

Bei genauerer Betrachtung zeigte sich, dass Teilnehmer unserer Studie teilweise an mehreren der genannten Einschränkungen leiden bzw. gelitten hatten: bei einem Patienten ergab sich zwischen D2 - D5 rechts und der Hohlhandfalte ein Abstand von 3 cm, sowie an den genannten Fingern ein Streckdefizit von jeweils 1 cm. Dieser Patient gab zudem Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des rechten N. medianus an und habe postoperativ an einem Morbus Sudeck gelitten, welcher unter entsprechender Therapie rückläufig gewesen sei. Bei einem Patienten zeigte sich ein Abstand von 1 cm zwischen Hohlhandfalte und D2 - D5 der linken verletzten Hand. Zudem war bei dieser Person keine Kraft im Schlüsselgriff ausübbar und die Sensibilität im Versorgungsgebiet des linken N. ulnaris eingeschränkt. Ein weiteres Mal zeigte sich die aktive Extensions-/Flexionsbewegung der verletzte linken Seite zwischen 0 und 30° limitiert. Bei dem gleichen Patienten war keine aktive Radial-/Ulnarabduktion und keine aktive Retropulsion des Daumens an der verletzten Extremität möglich. Eine Person, die nicht im Stande war, eine Kraft im Schlüsselgriff

auf der rechten verletzten Seite auszuüben, beklagte zudem eingeschränktes Gefühlsempfinden im Versorgungsgebiet des rechten N. radialis. Ein anderer, welcher keine Kraft im Schlüsselgriff ausüben konnte, hätte Einschränkungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet des rechten N. medianus verspürt.

In den restlichen Fällen erlitt ein Patient jeweils eine postoperative Komplikation: einen Hohlhandfaltenabstand von 3 cm im Bereich des linken Mittelfingers, ein Streckdefizit von 1 cm am linken kleinen Finger, eine eingeschränkte Retropulsionsbewegung des Daumens der verletzten rechten Seite, eine Bewegungslimitierung der Radial-/Ulnarabduktion zwischen 10 und 20° auf der verletzten rechten Seite, zweimal keine Kraftausübung im Schlüsselgriff auf der rechten Seite, zweimal eine Einschränkung im Versorgungsgebiet des linken und einmal des rechten N. ulnaris, sowie zweimalig ein postoperativ aufgetretener Morbus Sudeck. Zwei Patienten gaben zudem im Interview per Telefon an, Probleme nach der Operation erlitten zu haben. Einmal sei es zu einer bis jetzt bestehenden Ulnardeviation der nicht dominanten, verletzten rechten Seite gekommen, das Ausmaß konnte hierbei per Telefon nur schlecht abgeschätzt werden. Dieser Patient wurde mit einer dorsalen Plattenosteosynthese rechts versorgt, welche bis heute nicht entfernt worden sei. Er hätte keine Schmerzen verspürt, er sei bis heute lediglich diskret wetterfühliger, hätte seine vor dem Unfall ausgeübte Arbeit wieder aufnehmen können, sei aufgrund der Deformität allerdings in den Bewegungsausmaßen eingeschränkt und somit nicht mit dem Ergebnis zufrieden. Der zweite Patient berichtete über einen vorübergehenden Morbus Sudeck an der dominanten, verletzten rechten oberen Extremität, welcher für ca. ein halbes Jahr bestanden hätte, sich aber unter entsprechender konservativer Therapie zurückgebildet hätte. Hierbei hätte eine Versorgung mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese stattgefunden, welche nach fünf Wochen entfernt worden sei. Schmerzen würden aktuell nicht mehr bestehen, die Arbeit hätte wieder vollständig aufgenommen werden können und somit bestünde auch vollste Zufriedenheit. Materialbrüche oder Wundinfekte konnten im Rahmen dieser Untersuchungen glücklicherweise nicht festgestellt werden.

5.6.2. Diskussion der aufgestellten Hypothesen

Im Folgenden werden die aufgestellten und zu prüfenden Hypothesen diskutiert.

5.6.2.1. Stärke der Schmerzen und Frakturart

Im Rahmen dieser Untersuchungen ergab sich bei einem Patienten (1,4%) ein Wert von 2 auf der VAS, bei zwei Patienten (2,9%) 3, bei neun Patienten (12,9%) 4, bei zehn Patienten (14,3%) 5, bei drei Patienten (4,3%) 6 und bei einem Patienten (1,4%) 8. Die restlichen 44 Patienten (62,8%) gaben keine Schmerzen an. Moore et al. untersuchten das Schmerzverhalten von 82 Patienten nach distaler Radiusfraktur und teilten die Werte auf der VAS in Gruppen ein, dabei bedeutet 0 auf der VAS „kein Schmerz“, 1 und 2 „minimale Schmerzen“, 3 und 4 „leichte Schmerzen“, 5 und 6 „mäßige Schmerzen“, 7 und 8 „starke Schmerzen“ und 9 und 10 „sehr starke Schmerzen“. Die überwiegende Mehrheit gab dabei keine bis minimale Schmerzen an (62 Patienten, 75,6%). Elf Patienten (13,4%) hätten leichte, zwei Patienten (2,4%) mäßige, sechs Patienten (7,3%) starke und ein Patient (1,2%) sehr starke Schmerzen verspürt.⁹⁵ Fasst man o.g. Ergebnis unserer Untersuchungen zusammen, so gaben 64,2% (45 Patienten) keine bis minimale Schmerzen an. Diese Werte sind mit den Ergebnissen von Moore et al. vergleichbar. 15,8% (elf Patienten) hätten in unseren Untersuchungen leichte Schmerzen, 18,6% (13 Patienten) hätten mäßige Schmerzen und ein Patient (1,4%) hätte starke Schmerzen verspürt.

Durch Vergleiche der in den Frakturart-Gruppen jeweils angegebenen Schmerzstärke zeigte sich, dass die Patienten mit B-Fraktur die wenigsten Schmerzen angaben. Hierbei ergaben sich Werte von 0 bis 5 auf der VAS (Mittelwert 0,83; Median 0). Die Patienten mit A-Fraktur gaben Werte zwischen 0 und 6 auf der VAS an (Mittelwert 1,68; Median 0). Die Patienten mit C-Fraktur gaben mit einem Median von 0 und einem Mittelwert von 1,92 die meisten Schmerzen an (Min. 0; Max. 8). Es ergab sich nach dem Kruskal-Wallis-Test für k nicht normalverteilte unabhängige Stichproben jedoch kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,580) zwischen den Gruppen. Die Patienten mit B-Fraktur stellten wiederum die jüngste Gruppe dar (Mittelwert 47,17 Jahre; Median 45,50 Jahre). Hierbei gab lediglich einer der sechs Patienten Schmerzen (5 auf der VAS) an, die restlichen Patienten waren zuletzt schmerzfrei, v.a. die Kirschner-Draht-Osteosynthesen waren hier erfolgreich, drei von vier Patienten mit diesem Osteosyntheseverfahren waren schmerzfrei. Nachzuvollziehen ist das Ergebnis, dass die Patienten mit C-Frakturen die meisten Schmerzen verspürten, da es sich hierbei zweifellos um die komplizierteren Frakturen mit Gelenkbeteiligung handelt.

5.6.2.2. DASH und Frakturart

Für alle 70 Studienteilnehmer konnte ein DASH-Score erhoben werden. Der mediane DASH-Wert betrug 1,67 (Min. 0; Max. 42,50; Mittelwert 6,38). Der Mittelwert von 6,38 Punkten ist somit vergleichbar mit Ergebnissen aus der aktuellen Literatur: Gruber et al. ermittelten einen Mittelwert von 8 nach zwei Jahren¹⁰¹, Jupiter et al. kamen ebenfalls nach zwei Jahren auf einen Mittelwert von 7¹⁰². Bezogen auf die Frakturart nach AO-Klassifikation ist in unseren Untersuchungen bei den A-Frakturen 0 das niedrigste und somit beste und 42,50 das höchste und somit schlechteste Ergebnis (Mittelwert 7,37; Median 5). Bei den B-Frakturen ist 0,83 das beste und 5 das schlechteste Ergebnis (Mittelwert 2,50; Median 2,08), bei den C-Frakturen ist 0 das beste und 37,50 das schlechteste Ergebnis (Mittelwert 6,32; Median 1,25).

Vergleicht man die mittleren Ränge der verschiedenen Frakturarten, so kommt man zu dem Ergebnis dass die Patienten mit C-Fraktur hierbei ein besseres Ergebnis erreichen konnten als die Patienten mit B- und A-Fraktur. Es bestand allerdings nach dem Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen (asymptotische Signifikanz = 0,822). Dieses Ergebnis erstaunt, da im Normalfall davon auszugehen ist, dass die Patienten mit weniger komplizierten A-Frakturen ohne Gelenkbeteiligung ein besseres Outcome und somit auch bessere Ergebnisse im DASH-Score erzielen würden. Zu bedenken ist hierbei, dass im Rahmen dieser Studie 26 Patienten mit einer A-, sechs Patienten mit einer B- und 38 Patienten mit einer C-Fraktur untersucht wurden. Zudem wurden die jeweiligen Frakturarten auch durch verschiedene Osteosyntheseverfahren versorgt. Hierbei war das Alter der Patienten mit C- und B-Fraktur im Mittel niedriger als das Alter der Patienten mit A-Fraktur, was wiederum impliziert, dass offensichtlich jüngere Patienten mit komplizierten Frakturen nach der erfolgten Therapie besser zurecht kommen als ältere Patienten mit vermeintlich weniger komplizierten Frakturen.

5.6.2.3. Stärke der Schmerzen und Alter

Die Gruppe der 50-Jährigen gab die wenigsten Schmerzen auf der VAS an (Min. 0; Max. 6; Mittelwert 1,06; Median 0), gefolgt von der Gruppe der 30- (Min. 0; Max. 5; Mittelwert 1; Median 0), 60- (Min. 0; Max. 8; Mittelwert 1,86; Median 0) und 70-Jährigen und älter (Min. 0; Max. 4; Mittelwert 1,83; Median 1,50). Die Gruppe der 40-Jährigen gab im Vergleich die meisten Schmerzen an (Min. 0; Max. 5; Mittelwert 2,69;

Median 4). Zwischen den Gruppen bestand allerdings kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,322). Die 50-Jährigen kamen somit nach operativer Versorgung einer distalen Radiusfraktur hinsichtlich des Schmerzverhaltens am besten zurecht. Wie bereits erwähnt schien es in unseren Untersuchungen genau wie in der aktuellen Literatur so, als würden die jüngeren Patienten mit Frakturen und deren Auswirkungen auf die weitere Entwicklung am besten umgehen können, wohingegen ältere Patienten, in unserem Fall die 60- und 70-Jährigen und älter, mehr Schmerzen angaben und somit stärker unter den Folgen der Fraktur gelitten hätten. Eine Ausnahme bildete in diesem Kollektiv die Gruppe der 40-Jährigen, welche am meisten Schmerzen verspürt hätte. Eine genauere Betrachtung dieser Gruppe zeigte, dass die meisten Schmerzen auf der VAS von Patienten angegeben wurden, welche eine C-Fraktur erlitten hatten. 5 der zehn C-Frakturen in dieser Altersgruppe wurden mit einer Schmerzstärke von 4 oder 5 auf der VAS bewertet. Einen weiteren Beitrag zu dem schlechten Ergebnis der 40-Jährigen trug die Patientin bei, welche mittels Fixateur externe aufgrund ihrer A-Fraktur versorgt wurde. Sie gab ebenfalls den Wert 5 auf der VAS an. Zudem scheinen die dorsalen Plattenosteosynthesen und die anderen Osteosynthesen weniger zufrieden stellende Ergebnisse erbracht zu haben, zwei der drei Patienten mit dorsaler Plattenosteosynthese gaben den Wert 5 auf der VAS an, drei der vier Patienten mit anderer Osteosynthese nannten Werte zwischen 2 und 4 auf der VAS.

5.6.2.4. DASH und Alter

Die Altersgruppe der 50-Jährigen erzielte gemessen an den jeweiligen mittleren Rängen den niedrigsten DASH-Score und somit das beste Ergebnis. Der mediane DASH-Wert betrug 0 (Min. 0; Max. 37,50; Mittelwert 5,37). Es handelte sich dabei um elf Frauen und sieben Männer, welche v.a. mittels Kirschner-Draht-Osteosynthesen versorgt wurden. Das zweitbeste Ergebnis erzielte die Altersgruppe der 30-Jährigen, wobei das beste Ergebnis im DASH-Score 0 und das schlechteste Ergebnis 17,50 betrug (Mittelwert 3,65; Median 1,67), gefolgt von den 60- (Min. 0; Max. 22,50; Mittelwert 5,91; Median 3,33), 40- (Min. 0; Max. 20,83; Mittelwert 6,86; Median 4,17) und 70-Jährigen und älter (Min. 0; Max. 42,50; Mittelwert 13,33; Median 12,08). Nach dem Kruskal-Wallis-Test bestand allerdings kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,448). Auch hier zeigte sich wiederum, dass wohl v.a. die jüngeren Altersgruppen, in diesem Fall die 50- und 30-Jährigen, die Probleme

und Einschränkungen, hervorgerufen durch die verschiedenen Frakturen, am besten kompensieren können. Im Vergleich dazu schnitt die Altersgruppe der 70-Jährigen und älter bei der Erhebung des DASH-Scores am schlechtesten ab. Sie sind es, die wohl am stärksten in ihren alltäglichen Gewohnheiten, wie Gegenstände tragen, sich anziehen usw. eingeschränkt sind, auch wenn sie die vermeintlich unkomplizierteren Frakturen erlitten hatten. In unserem Fall handelte es sich in der fünften Altersgruppe um eine C- und fünf A-Frakturen. Im Gegensatz dazu handelte es sich bei den 50- und 30- Jährigen hauptsächlich um die komplizierteren C-Frakturen: zusammenfassend bestand die dritte Altersgruppe aus sechs A-, einer B- und elf C-Frakturen und die erste Altersgruppe aus zwei A-, einer B- und fünf C-Frakturen.

5.6.2.5. Stärke der Schmerzen und Therapieverfahren

Betrachtet man Zusammenhänge zwischen der Schmerzstärke und dem gewählten Therapieverfahren, so ergab sich zusammenfassend: die Patienten, die mittels palmarer Platte versorgt wurden, gaben keinerlei und somit die wenigsten Schmerzen auf der VAS an, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese (Min. 0; Max. 8; Mittelwert 1,71; Median 0), mit Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe (Min. 0; Max. 5; Mittelwert 1,82; Median 0), mit anderen Osteosynthesen (Min. 0; Max. 4; Mittelwert 2,50; Median 3) und den Patienten mit dorsaler Platte (Min. 0; Max. 5; Mittelwert 2,50; Median 2,50). Die Patientin, die mittels Fixateur externe versorgt wurde, gab mit einem Wert von 5 auf der VAS im Vergleich die meisten Schmerzen an. Zwischen allen sechs Gruppen bestand jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz = 0,216). Die Patientengruppe, die mittels palmarer Plattenosteosynthese versorgt wurde, stellte gleichzeitig auch hier die jüngste Gruppe dar (Mittelwert 41,33 Jahre; Median 37,50 Jahre). Hier scheinen sogar die drei enthaltenen C-Frakturen mit einem sehr guten Ergebnis und somit mit keinerlei Schmerzsymptomatik im Verlauf versorgt worden zu sein. Die Patienten mit dorsaler Plattenosteosynthese schnitten bei unserer Untersuchung hier schlecht ab, genauso wie die Patientin mit Fixateur externe. Dazu trugen v.a. zwei der vier versorgten C-Frakturen bei, welche mittels dorsaler Plattenosteosynthese versorgt wurden. Die betroffenen Patienten gaben jeweils den Wert 5 auf der VAS an.

5.6.2.6. DASH und Therapieverfahren

Gemessen an den verschiedenen mittleren Rängen erzielten die Patienten mit palmarer Plattenosteosynthese das beste Ergebnis im DASH-Score mit minimal 0 und maximal 5 (Mittelwert 2,50; Median 2,50), gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese (Min. 0; Max. 42,50; Mittelwert 5,70; Median 1,66), mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe (Min. 0; Max. 37,50; Mittelwert 8,33; Median 1,66), mit dorsaler Plattenosteosynthese (Min. 0; Max. 23,33; Mittelwert 7,22; Median 4,58) und mit anderer Osteosynthese (Min. 0; Max. 18,33; Mittelwert 9,17; Median 9,17). Die Patientin mit Fixateur externe erzielte hierbei mit 20,83 das schlechteste Ergebnis. Die Unterschiede waren nach dem Kruskal-Wallis-Test nicht signifikant (asymptotische Signifikanz = 0,532). Zu beachten ist hierbei, dass die Mehrheit der Patienten in diesem Kollektiv mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese versorgt wurde, wohingegen die restlichen Therapieverfahren seltener zur Anwendung kamen. Auffallend ist jedoch auch hier erneut die Tatsache, dass die Patienten, welche mittels palmarer Plattenosteosynthese versorgt wurden und im Rahmen dieser Untersuchungen das beste Ergebnis hinsichtlich des DASH-Scores erzielten, das niedrigste Alter im Vergleich zu den anderen Gruppen hatten (medianes Alter 37,50 Jahre; Mittelwert 41,33 Jahre). Die Gruppe „palmarer Plattenosteosynthese“ bestand ausgeglichen aus zwei A-, einer B- und drei C-Frakturen. Im Vergleich dazu betrug das mediane Alter der Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ 40 Jahre (Mittelwert 44,83 Jahre), welche hinsichtlich des Ergebnisses im DASH-Score schlechter abschnitt. Die Gruppe „andere Osteosynthese“ erzielte ein noch schlechteres Ergebnis im DASH-Score. Das mediane Alter betrug hier 39 Jahre. Der Mittelwert war mit 39,50 Jahren etwas niedriger als bei den besseren Gruppen, allerdings handelte es sich hier ausschließlich um die komplizierteren C-Frakturen, was beim Vergleich der DASH-Werte berücksichtigt werden muss. Die weibliche Patientin, welche mittels Fixateur externe versorgt wurde, spielte bei diesen Vergleichen nur eine untergeordnete Rolle, da für ein aussagekräftigeres Ergebnis sicherlich mehrere Personen mit diesem Osteosyntheseverfahren untersucht werden müssen.

5.6.2.7. ROM und Frakturart

Wie die Vergleiche der mittleren Ränge zeigten, erzielten die Patienten mit versorgten A-Frakturen die besten Ergebnisse hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung. Das schlechteste Ergebnis waren hierbei auf der verletzten Seite 27% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite, das beste Ergebnis war ein übereinstimmendes maximales Ergebnis auf beiden Seiten (Mittelwert 0,92; Median 1). Es folgten die Patienten mit B- (Min. 0,90; Max. 1; Mittelwert 0,96; Median 0,96) und C-Frakturen (Min. 0,63; Max. 1; Mittelwert 0,90; Median 0,91). Im Mann-Whitney-U-Test waren die A-Frakturen signifikant besser als die C-Frakturen (asymptotische Signifikanz = 0,041).

Hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion erzielten die Patienten mit versorgten B-Frakturen das beste Ergebnis. Das schlechteste Ergebnis hierbei waren auf der verletzten Seite 70% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite, das beste Ergebnis war ein maximaler Bewegungsumfang auf beiden Seiten (Mittelwert 0,93; Median 1). Es folgten die Patienten mit versorgten A- (Min. 0; Max. 1; Mittelwert 0,85; Median 0,92) und C-Frakturen (Min. 0,25; Max. 1; Mittelwert 0,83; Median 0,90). Die Patienten mit versorgten C-Frakturen erzielten die besten Ergebnisse hinsichtlich der aktiven Pro-/Supination mit 58% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite als schlechtestes und mit 100% als bestes Ergebnis (Mittelwert 0,98; Median 1). Darauf folgten die versorgten B-Frakturen (Min. 0,93; Max. 1; Mittelwert 0,98; Median 1). Die versorgten A-Frakturen erzielten hier die schlechtesten Ergebnisse (Min. 0,25; Max. 1; Mittelwert 0,91; Median 1).

Zusammenfassend waren die Patienten mit C-Frakturen sowohl in der Extensions-/Flexionsbewegung, als auch in der Radial-/Ulnarabduktion am stärksten eingeschränkt. Hier wird erneut deutlich, dass die intraartikulären Frakturen die komplizierteste Form der drei Frakturarten darstellen und dadurch mit den größeren Einschränkungen in der Beweglichkeit einhergehen. Die Tatsache, dass die Patienten mit A-Frakturen bei der Pro-/Supinationsbewegung so schlecht abschnitten, wird v.a. durch ein sehr schlechtes Ergebnis eines Patienten verursacht: dieser wurde mittels dorsaler Plattenosteosynthese versorgt, welche nach ca. einem Jahr wieder entfernt wurde. Der Patient konnte lediglich eine Pronationsbewegung von 45° durchführen, eine Supinationsbewegung war ihm nicht möglich. Dieser Patient war ebenfalls in seiner Extension/Flexion (0°/0°/30°) und Radial-/Ulnarabduktion (0°/0°/0°) eingeschränkt.

Zwischen allen drei Gruppen bestand jedoch außer dem signifikanten Unterschied zwischen A- und C-Frakturen hinsichtlich der Extensions-/Flexionsbewegung weder nach dem Mann-Whitney-U-Test noch nach dem Kruskal-Wallis-Test ein signifikanter Unterschied untereinander.

5.6.2.8. Grip/Pinch und Frakturart

Gemäß unserer Untersuchungen erzielten die Patienten mit B-Fraktur das beste grip-Ergebnis. Der schlechteste grip-Wert betrug hierbei 81% des maximalen grip-Wertes der unverletzten Gegenseite, der beste Wert betrug 114% der Gegenseite und war somit höher als auf der unverletzten Gegenseite (Mittelwert 0,96; Median 0,95). Es folgten die Patienten mit C- (Min. 0,27; Max. 1,33; Mittelwert 0,91; Median 0,89) und A-Fraktur (Min. 0,54; Max. 1,41; Mittelwert 0,90; Median 0,85).

Die Patienten mit A-Fraktur erreichten das beste pinch-Ergebnis, mit 10% der unverletzten Gegenseite als schlechtestes und 300% der Gegenseite als bestes Ergebnis (Mittelwert 1,11; Median 0,86). Es folgten die C- (Min. 0; Max. 2,70; Mittelwert 0,91; Median 0,91) und B-Frakturen (Min. 0; Max. 1,63; Mittelwert 0,48; Median 0,14).

Die genannten Unterschiede waren allerdings weder hinsichtlich des grip noch hinsichtlich des pinch signifikant. Grip- und pinch-Werte von über 100% auf der verletzten Seite ergaben sich v.a. dadurch, dass es sich in diesen Fällen bei der verletzten Seite oft um die dominante Seite des Patienten handelte. Offensichtlich hat hierbei die entsprechende Verletzung in manchen Fällen keine bis lediglich diskrete Einschränkungen der Kraft mit sich gezogen. So konnten Patienten, deren dominante Extremität verletzt und versorgt wurde, dennoch mehr Kraft auf dieser Seite ausüben als auf der unverletzten nicht dominanten Gegenseite. Einige wenige Patienten hatten Probleme in der Ausübung des Schlüsselgriffes an sich und konnten auf diese Weise keine Kraft ausüben. Dies war bei sieben der untersuchten 40 Patienten der Fall, wobei zwei Patienten hierbei keine Kraft mit der verletzten Hand und zwei Patienten keine Kraft mit der nicht verletzten Gegenseite ausüben konnten. Drei Patienten konnten weder auf der linken noch auf der rechten Seite Kraft aufbringen. Folglich ist die Aussage zulässig, dass v.a. letztere mit der Handhabung des Messgerätes an sich Schwierigkeiten hatten. Dies stand hierbei jedoch nicht in Zusammenhang mit dem Ausmaß der Verletzung, sondern lag

vielmehr an der Geschicklichkeit und Fingerfertigkeit der Patienten, was insgesamt zu einer Verschlechterung der durchschnittlichen pinch-Werte führte.

5.6.2.9. ROM und Therapieverfahren

Wie bereits erklärt konnten in diesem Abschnitt keine Ergebnisse bezüglich der Therapie mittels Fixateur externe ermittelt werden, da nur eine Person unseres Kollektivs auf diese Weise operativ versorgt wurde und sich diese nicht bereit erklärte, persönlich zu einer körperlichen Untersuchung zu erscheinen.

Den Patienten mit palmarer Platte gelang insgesamt das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung, es war bei jeder Person die maximale Bewegung auf beiden Seiten möglich. Es folgten die erwähnten Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese (Min. 0,70; Max. 1; Mittelwert 0,96; Median 1) und die Patienten mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe (Min. 0,68; Max. 1; Mittelwert 0,88; Median 0,91). Das schlechteste Ergebnis erzielten die Patienten mit dorsaler Platte (Min. 0,27; Max. 0,92; Mittelwert 0,74; Median 0,88) bzw. anderer Osteosynthese (Min. 0,63; Max. 0,90; Mittelwert 0,77; Median 0,77).

Hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion erzielten die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese das beste Ergebnis mit minimal 67% und maximal 100% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite (Mittelwert 0,92; Median 1). Danach folgten die Patienten mit palmarer Platte (Min. 0,83; Max. 1; Mittelwert 0,92; Median 0,92), mit dorsaler Platte (Min. 0; Max. 1; Mittelwert 0,71; Median 0,91) und diejenigen mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe (Min. 0,25; Max. 1; Mittelwert 0,77; Median 0,83). Das schlechteste Ergebnis erzielten hier wie schon genannt die Patienten mit anderer Osteosynthese, mit minimal 60% und maximal 64% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite (Mittelwert 0,62; Median 0,62).

Die Patienten mit palmarer Platte und anderer Osteosynthese erzielten das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung mit jeweils 100% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite, gefolgt von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese mit minimal 94% und maximal 100% des Bewegungsumfangs der Gegenseite (Mittelwert 0,99; Median 1) und gefolgt von den Personen mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe (Min. 0,58; Max. 1; Mittelwert 0,94; Median 1). Das schlechteste Ergebnis

zeigte sich bei den Patienten mit dorsaler Platte mit minimal 25% und maximal 100% des Bewegungsausmaßes der Gegenseite (Mittelwert 0,81; Median 1).

Zusammenfassend waren allerdings laut Mann-Whitney-U-Test lediglich die Unterschiede zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „dorsale Plattenosteosynthese“ (asymptotische Signifikanz = 0,006), zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ (asymptotische Signifikanz = 0,025) und zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „andere Osteosynthese“ (asymptotische Signifikanz = 0,047) hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung signifikant. Zudem ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „andere Osteosynthese“ hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,008).

Zwischen allen fünf Gruppen bestand außerdem nach dem Kruskal-Wallis-Test ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite (asymptotische Signifikanz = 0,006).

Obwohl sich nicht zwischen allen Gruppen signifikante Unterschiede finden ließen, war dennoch ein Trend ersichtlich: die Patienten, welche mittels palmarer Platte versorgt wurden, schnitten bei der Extension/Flexion und Pro-/Supination am besten und bei der Radial-/Ulnarabduktion am zweitbesten ab. Schlecht schnitten die Patienten ab, welche mit dorsaler Platte versorgt wurden. Sie waren v.a. in der Extension/Flexion sowie Pro-/Supination eingeschränkt. Es konnte somit im Rahmen dieser Studie die Problematik bei Verwendung einer dorsalen Plattenosteosynthese verdeutlicht werden: Einschränkungen v.a. in der Dorsalextension bzw. sogar sekundäre Sehnenrupturen, welche durch die Platte bzw. durch die Kanten der Platte verursacht werden können, sind eine nicht zu vernachlässigende Komplikation.⁷¹ Das Standardverfahren stellt heutzutage nicht nur deshalb die palmare Plattenosteosynthese dar, nichts desto trotz wird die dorsale Platte in speziellen Situationen (siehe Punkt 2.6.2.5.1: dorsale Plattenosteosynthese) noch gerne und häufig verwendet.⁸² Die Patienten mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe erzielten ROM-Ergebnisse im mittleren bzw. letzten Drittel. Erklärend hierfür ist unter anderem die Tatsache, dass sich unter diesem Patientenkollektiv hauptsächlich Personen mit C-Frakturen (zehn C-

Frakturen und eine B-Fraktur) fanden. Das eher schlechte Abschneiden verwundert angesichts der hohen Anzahl an komplizierten intraartikulären Frakturen nicht.

5.6.2.10. Grip/Pinch und Therapieverfahren

Die Patienten mit palmarer Platte konnten die höchsten grip-Werte mit minimal 95% und maximal 127% des grip der Gegenseite erreichen (Mittelwert 1,11; Median 1,11). Die nächst besten Werten wurden von den Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese (Min. 0,67; Max. 1,41; Mittelwert 0,98; Median 0,93), mit dorsaler Platte (Min. 0,54; Max. 0,98; Mittelwert 0,85; Median 0,94) und mit anderer Osteosynthese (Min. 0,87; Max. 0,96; Mittelwert 0,92; Median 0,92) erzielt. Die Patienten mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe erreichten mit minimal 27% und maximal 118% des grip der Gegenseite das schlechteste Ergebnis (Mittelwert 0,76; Median 0,80).

Die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese erzielten hinsichtlich des pinch das beste Ergebnis mit minimal 0% und maximal 300% der Gegenseite (Mittelwert 1,06; Median 0,97), gefolgt von den Patienten mit anderer Osteosynthese (Min. 1,04; Max. 1,14; Mittelwert 1,09; Median 1,09), mit palmarer (Min. 0,74; Max. 1,16; Mittelwert 0,95; Median 0,95) bzw. dorsaler Platte (Min. 0; Max. 1,21; Mittelwert 0,78; Median 0,95) und mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe (Min. 0; Max. 2,70; Mittelwert 0,66; Median 0,60).

Im Mann-Whitney-U-Test waren die Unterschiede zwischen der Gruppe „Kirschner-Draht-Osteosynthese“ und der Gruppe „Kombination Kirschner-Draht-Osteosynthese & Fixateur externe“ signifikant (asymptotische Signifikanz = 0,042).

Zwischen allen fünf Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test aber kein signifikanter Unterschied. Dennoch zeigte sich auch wie bereits bei der Betrachtung der ROM, dass die Patienten mit palmarer Platten- bzw. K-Draht-Osteosynthese die besseren und die Patienten mit einer Kombination aus K-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe die schlechtesten Ergebnisse sowohl hinsichtlich des grip als auch hinsichtlich des pinch erzielten. Einschränkungen der Kraft zeigten so v.a. die Patienten, welche eine kompliziertere C-Fraktur (zehn der elf Patienten mit Kombination der zwei Osteosynthesen) erlitten hatten.

5.6.2.11. ROM und Alter

Zusammenfassend erzielte die Altersgruppe der 30-Jährigen das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung mit minimal 92% und maximal 100% der Gegenseite (Mittelwert 0,98; Median 1), gefolgt von der Altersgruppe der 60- (Min. 0,70; Max. 1; Mittelwert 0,93; Median 0,98) und 50-Jährigen (Min. 0,68; Max. 1; Mittelwert 0,92; Median 0,95). Darauf folgte die Patientin, welche zur Gruppe der 70-Jährigen und älter gehörte. Sie erreichte auf der verletzten linken Seite einen maximalen Bewegungsumfang von 110° und auf der unverletzten Gegenseite 120° (=92%). Die Altersgruppe der 40-Jährigen erzielte das schlechteste Ergebnis mit minimal 27% und maximal 100% der unverletzten Gegenseite (Mittelwert 0,81; Median 0,90).

Die Altersgruppe der 30-Jährigen erzielte ebenfalls das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion mit minimal 83% und maximal 100% der Gegenseite (Mittelwert 0,97; Median 1), gefolgt von der Altersgruppe der 60- (Min. 0,67; Max. 1; Mittelwert 0,90; Median 0,91) und 50-Jährigen (Min. 0,25; Max. 1; Mittelwert 0,81; Median 0,92). Die Altersgruppe der 40-Jährigen (Min. 0; Max. 1; Mittelwert 0,75; Median 0,86) und die Patientin aus der Gruppe der 70-Jährigen und älter erzielten das schlechteste Ergebnis. Letztere erreichte auf der verletzten linken Seite im Mittel einen maximalen Bewegungsumfang von 50° und auf der unverletzten Gegenseite 60° (= 83%).

Die Altersgruppe der 30-Jährigen erzielte zuletzt auch das beste Ergebnis hinsichtlich der aktiven Pro-/Supinationsbewegung der verletzten Seite bezogen auf die unverletzte Gegenseite. Jeder der fünf Patienten konnte auf der verletzten Seite 100% des Bewegungsumfangs der unverletzten Gegenseite durchführen. Es folgte die Altersgruppe der 50- (Min. 0,58; Max. 1; Mittelwert 0,97; Median 1), 40- (Min. 0,25; Max. 1; Mittelwert 0,91; Median 1) und 60-Jährigen (Min. 0,93; Max. 1; Mittelwert 0,99; Median 1). Die Patientin der fünften und ältesten Gruppe erreichte erneut das schlechteste Ergebnis. Als maximalen Bewegungsumfang konnte sie 140° auf der verletzten linken Seite und 170° auf der unverletzten rechten Seite durchführen (= 82%).

Die Unterschiede zwischen der Altersgruppe der 30- und 40-Jährigen hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung waren laut Mann-Whitney-U-Test signifikant (asymptotische Signifikanz = 0,030).

Zwischen allen fünf Gruppen bestand nach dem Kruskal-Wallis-Test jedoch kein signifikanter Unterschied untereinander. Allerdings war zusammenfassend das gute Abschneiden der 30-Jährigen unverkennbar. Dies scheint nicht überraschend zu sein, da wohl die Patienten der in unseren Untersuchungen jüngsten Altersgruppe am besten mit den Komplikationen, welche eine Verletzung des distalen Radius mit sich bringt, umzugehen verstehen. Es schien so, als würden sie langfristig gut mit der Verletzung zurecht kommen und so auch die besten Ergebnisse hinsichtlich der ROM erzielen, auch wenn es sich bei jeder Fraktur der untersuchten Personen dieser Altersgruppe um eine C-Fraktur handelte. Dass Patienten aus höheren Altersgruppen, insbesondere die 69-jährige Patientin der letzten Gruppe, hierbei eher Schwierigkeiten bzw. Einschränkungen feststellen mussten, war auch hier nicht verwunderlich.

5.6.2.12. Grip/Pinch und Alter

Die Altersgruppe der 30-Jährigen erreichte das beste grip-Ergebnis mit minimal 72% und maximal 127% der unverletzten Gegenseite (Mittelwert 0,96; Median 0,95), gefolgt von den 60- (Min. 0,67; Max. 1,41; Mittelwert 0,97; Median 0,87), 50- (Min. 0,27; Max. 1,33; Mittelwert 0,91; Median 0,93) und 40-Jährigen (Min. 0,50; Max. 1,04; Mittelwert 0,82; Median 0,86). Die Patientin der fünften Altersgruppe erzielte das schlechteste Ergebnis. Sie konnte auf der linken Seite nur 80% des grip der rechten unverletzten Gegenseite (links 13,33 kg; rechts 16,66 kg) durchführen.

Die Altersgruppe der 30-Jährigen erzielte ebenfalls das beste pinch-Ergebnis mit minimal 74% und maximal 130% der unverletzten Gegenseite (Mittelwert 1,04; Median 1,16), gefolgt von den 40- (Min. 0,17; Max. 2; Mittelwert 0,98; Median 1,09), 50- (Min. 0; Max. 2,70; Mittelwert 1,04; Median 0,88) und 60-Jährigen (Min. 0; Max. 3; Mittelwert 0,77; Median 0,71). Auch hier schnitt die Patientin der fünften Altersgruppe schlecht ab, sie konnte weder auf der linken noch auf der rechten Seite eine Kraft im Schlüsselgriff ausüben.

Bei der Betrachtung von Zusammenhängen zwischen dem grip bzw. dem pinch und den verschiedenen Altersgruppen ergab sich allerdings weder im Mann-Whitney-U-Test noch im Kruskal-Wallis-Test ein signifikanter Unterschied. Ähnlich wie bei der Untersuchung der ROM zeigte sich auch hier die Gruppe der 30-Jährigen mit den besten Ergebnissen, wohingegen die Patienten höheren Alters eher in ihrer Kraftausübung eingeschränkt schienen.

6. Zusammenfassung

Die häufigste Skelettverletzung des Menschen stellt laut Statistiken die Fraktur des distalen Radius dar. Hierüber gibt es zahlreiche Arbeiten, die sich mit dieser Verletzung ausgiebig befassen. Allerdings fällt auf, dass hierbei wenige Studien existieren, welche Daten zu Langzeitergebnissen nach operativ versorgter distaler Radiusfraktur liefern. Diese Studie wurde durchgeführt, um eben solche klinischen Langzeitergebnisse festzustellen. Aus diesem Grund wurden Patienten, welche im Zeitraum von 1994 bis 2004 am Klinikum der Universität Regensburg nach einer erlittenen distalen Radiusfraktur operativ versorgt wurden, kontaktiert, befragt und zu einer körperlichen Untersuchung einbestellt. Auf diese Weise sollten wichtige Zusammenhänge zwischen den betroffenen Patienten, der Schwere der Verletzung, der Therapieform und dem jeweiligen Alter der Patienten auf lange Sicht untersucht werden. Die wichtigste These, die im Rahmen dieser Studie geprüft werden sollte, war die Behauptung, dass das subjektive Outcome von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation abhängig sei. Weitere zu untersuchende Thesen prüften die Abhängigkeit des subjektiven Outcomes vom Alter der Patienten und vom gewählten Therapieverfahren. Gleiches sollte hinsichtlich des objektiven Outcomes untersucht werden. Die Parameter zur Definition des subjektiven Outcomes stellten das Schmerzverhalten auf der VAS sowie die erzielten Punktwerte im DASH-Score dar, das objektive Outcome wurde durch den Bewegungsumfang und durch die ausübbare Kraft definiert.

Viele Ergebnisse dieser Studie waren mit Werten der aktuellen Literatur vergleichbar, obwohl hier oft kürzere Nachuntersuchungszeiträume gewählt wurden. Es konnten allerdings nicht alle aufgestellten Hypothesen bestätigt werden.

Genauer gesagt ergaben sich zum einen signifikante Unterschiede in verschiedenen Bewegungsumfängen der einzelnen Frakturart-Gruppen, was zumindest teilweise unsere Behauptung stützen konnte, dass das objektive Outcome, in diesem Fall der Bewegungsumfang, abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation sei. Die Patienten mit versorgten A-Frakturen wiesen nämlich signifikant bessere Ergebnisse hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung als die Patienten mit versorgten C-Frakturen auf.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Schmerzstärke bzw. dem DASH-Score und den Therapie-Gruppen konnte nicht nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis bedeutet, dass beide Parameter in unseren Forschungen unabhängig vom

gewählten operativen Therapieverfahren waren und stützt somit unsere eingangs aufgestellte These.

Nun betrachten wir die Ergebnisse genauer, welche im Widerspruch zu unseren anfänglichen Behauptungen stehen: der Bewegungsumfang der Gruppen, welche nach Therapieverfahren und nach Patientenalter eingeteilt wurden, war signifikant unterschiedlich. Somit konnte die aufgestellte Hypothese, dass das objektive Outcome, hier der Bewegungsumfang, unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren sei, nicht untermauert werden. Die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese zeigten im Detail ein deutlich besseres Ergebnis hinsichtlich der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung als die Patienten mit dorsaler Plattenosteosynthese, als solche mit Kombinationsverfahren und als solche mit einer anderen Osteosynthese. Genannte Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese erzielten ebenfalls ein deutlich besseres Ergebnis hinsichtlich der aktiven Radial-/Ulnarabduktion als die Patienten mit anderer Osteosynthese. Somit scheint es wohl doch so, als wäre, zumindest in unseren Untersuchungen, das Bewegungsausmaß nach operativer Versorgung je nach Therapieverfahren unterschiedlich.

Obwohl im Rahmen dieser Arbeit keine These über den Zusammenhang zwischen objektivem Outcome und Alter aufgestellt wurde, sei ergänzend erwähnt, dass die Altersgruppe der 30-Jährigen ein signifikant besseres Ergebnis in der aktiven Extensions-/Flexionsbewegung als die Altersgruppe der 40-Jährigen erreichen konnte.

Die ausübbare Kraft im Grobgriff (grip) der Patienten in den verschiedenen Therapiegruppen unterschied sich in unseren Untersuchungen zum Teil signifikant. Die Patienten mit Kirschner-Draht-Osteosynthese erreichten nämlich deutlich höhere grip-Werte als die Patienten mit einer Kombination aus Kirschner-Draht-Osteosynthese und Fixateur externe. Folglich widersprach dieses Ergebnis unserer Behauptung, das objektive Outcome sei unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren.

Zwischen den restlichen untersuchten Parametern konnten keine signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden, es waren lediglich Trends bzw. Tendenzen in gewisse Richtungen abschätzbar, die allerdings keine Signifikanz aufwiesen. Für unsere Hypothesen bedeutete dies abschließend, dass weder die Aussage, das subjektive Outcome sei abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation, noch die Behauptung, das subjektive Outcome sei abhängig vom Alter des Patienten, untermauert werden konnte.

Es soll zuletzt noch kritisch erwähnt werden, dass es sich hierbei um eine retrospektive Studie mit einer auf 70 bzw. zuletzt 40 Patienten begrenzten Anzahl von Personen handelte, wodurch zusammenfassend aussagekräftige Behauptungen nur begrenzt möglich waren. Für weitere Studien wäre es folglich von Vorteil, prospektive Untersuchungen anzustellen, welche zudem eine größere Anzahl an Patienten umfassen sollten. So kann in Zukunft gewährleistet werden, dass größere Gruppen bei der Einteilung anhand der Frakturart, des Therapieverfahrens oder des Patientenalters gebildet und somit noch validere Aussagen gemacht werden können, um weiterhin die Forschung im Bereich der distalen Radiusfraktur voranzutreiben und deren Behandlungsergebnisse zu verbessern.

7. Anhang

7.1. **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: knöchernen Strukturen des Handgelenks und der Handwurzel	4
Abbildung 2: 3-Säulen-Konzept nach Rikli und Regazzoni (20)	8
Abbildung 3: AO-Klassifikation (24)	25
Abbildung 4: Klassifikation nach Frykman (24).....	26
Abbildung 5: Klassifikation nach Fernandez (20)	26
Abbildung 6: Algorithmus der unfallchirurgischen Leitlinien zur distalen Radiusfraktur (67)	31
Abbildung 7: Patienten-Flow-Chart	64
Abbildung 8: Altersverteilung der Patienten.....	65
Abbildung 9: Therapieverfahren bezogen auf das Alter	69
Abbildung 10: Frakturarten bezogen auf das Alter	70
Abbildung 11: Ergebnisse des DASH-Scores	76
Abbildung 12: Ergebnisse des Cooney and Bussey Scores	77
Abbildung 13: Ergebnisse des Mayo Wrist Scores	78
Abbildung 14: Stärke der Schmerzen abhängig von der Frakturart.....	79
Abbildung 15: DASH-Score-Ergebnisse abhängig von der Frakturart.....	80
Abbildung 16: Stärke der Schmerzen abhängig vom Alter.....	81
Abbildung 17: DASH-Score-Ergebnisse abhängig vom Alter	82
Abbildung 18: Stärke der Schmerzen abhängig vom Therapieverfahren	83
Abbildung 19: DASH-Score-Ergebnisse abhängig vom Therapieverfahren	84
Abbildung 20: Extension/Flexion verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart....	85
Abbildung 21: Radial-/Ulnarabduktion verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart	86
Abbildung 22: Pronation/Supination verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart	87
Abbildung 23: Grip-Werte verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart.....	88
Abbildung 24: Pinch-Werte verletzte/unverletzte Seite abhängig von der Frakturart.....	88
Abbildung 25: Extension/Flexion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren	90
Abbildung 26: Radial-/Ulnarabduktion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren	91
Abbildung 27: Pronation/Supination verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren	92
Abbildung 28: Grip-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren	93
Abbildung 29: Pinch-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Therapieverfahren	94
Abbildung 30: Extension/Flexion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter.....	95
Abbildung 31: Radial-/Ulnarabduktion verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter	96
Abbildung 32: Pronation/Supination verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter	97
Abbildung 33: Grip-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter.....	98
Abbildung 34: Pinch-Ergebnisse verletzte/unverletzte Seite abhängig vom Alter	99

7.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: SL-Band-Läsionen nach Geissler (45)	15
Tabelle 2: LT-Band-Läsionen (46)	16
Tabelle 3: Klassifikation der Scaphoid-Frakturen (48).....	17
Tabelle 4: AO-Klassifikation (21, 31).....	24
Tabelle 5: Klassifikation nach Frykman (21).....	25
Tabelle 6: Klassifikation nach Pechlaner (21)	27
Tabelle 7: Auszug aus dem DASH-Score	62
Tabelle 8: Punkteverteilung Cooney and Bussey Score.....	62
Tabelle 9: Punkteverteilung Mayo Wrist Score	63

7.3. Literaturverzeichnis

1. Gabl M. [Distal radius fracture]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2007;39:1.
2. Pechlaner S, Kathrein A, Gabl M, et al. [Distal radius fractures and concomitant lesions. Experimental studies concerning the pathomechanism]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002;34:150-7.
3. McQueen M, Caspers J. Colles fracture: does the anatomical result affect the final function? *J Bone Joint Surg Br* 1988;70:649-51.
4. Rikli D, Regazzoni P. [Distal radius fractures]. *Schweiz Med Wochenschr* 1999;129:776-85.
5. Beck E, Gabl M. Konservative Behandlung distaler Radiusfrakturen - Indikation, Technik, Ergebnisse. *Acta Chirurgica Austriaca* 29: 1997:194-6.
6. Handoll HH, Huntley JS, Madhok R. External fixation versus conservative treatment for distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD006194.
7. Handoll HH, Madhok R. Conservative interventions for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2003:CD000314.
8. Oestern HJ. Aktueller Stand der Behandlung von Radiusfrakturen. *Trauma und Berufskrankheiten* 2003;5:22-5.
9. Simic PM, Weiland AJ. Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *Instr Course Lect* 2003;52:185-95.
10. Handoll HH, Vaghela MV, Madhok R. Percutaneous pinning for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD006080.
11. Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:2051-62.
12. Fanuele J, Koval KJ, Lurie J, Zhou W, Tosteson A, Ring D. Distal radial fracture treatment: what you get may depend on your age and address. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:1313-9.
13. Lozano-Calderon SA, Souer S, Mudgal C, Jupiter JB, Ring D. Wrist mobilization following volar plate fixation of fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1297-304.
14. Witzel K, Raschka C, Schiffhauer S, Koch HJ. [Epidemiology and chrono-epidemiology of distal radius fractures]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2001;139:252-5.
15. Siebert HR, Klonz A. [Fracture of the distal radius]. *Chirurg* 2006;77:545-62; quiz 63.
16. Brug E, Joosten U, Pullen M. [Fractures of the distal forearm. Which therapy is indicated when?]. *Orthopade* 2000;29:318-26.
17. Alffram PA, Bauer GC. Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of bone strength. *J Bone Joint Surg Am* 1962;44-A:105-14.
18. Gradl G. [Distal radius fractures]. *Z Orthop Unfall* 2009;147:621-35; quiz 36-7.

19. Wildner M, Doring A, Meisinger C, Clark DE. [Fractures in the elderly--a challenge for prevention and health promotion--results from the KORA fracture study Augsburg]. *Gesundheitswesen* 2005;67 Suppl 1:S180-6.
20. Siebert HR, Klonz A. [Fracture of the distal radius]. *Unfallchirurg* 2005;108:135-52; quiz 53.
21. Pechlaner S, Gabl M, Lutz M, et al. [Distal radius fractures--aetiology, treatment and outcome]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2007;39:19-28.
22. Haussler B, Gothe H, Gol D, Glaeske G, Pientka L, Felsenberg D. Epidemiology, treatment and costs of osteoporosis in Germany--the BoneEVA Study. *Osteoporos Int* 2007;18:77-84.
23. Nguyen T, Sambrook P, Kelly P, et al. Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. *BMJ* 1993;307:1111-5.
24. Oestern HJ. [Distal radius fractures. I. Basic principles and conservative therapy]. *Chirurg* 1999;70:1180-92.
25. Orbay JL, Touhami A. Current concepts in volar fixed-angle fixation of unstable distal radius fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006;445:58-67.
26. Platzer W. *Taschenatlas der Anatomie*. Stuttgart, New York: Thieme Verlag; 2003.
27. Prommersberger KJ, van Schoonhoven J. [Disorders of the distal radioulnar joint following fractures of the distal end of the radius]. *Unfallchirurg* 2008;111:173-84; quiz 85-6.
28. Sennwald G. *Das Handgelenk*. 1 ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag; 1987.
29. Trumble T, Rayan G, Budoff J, Baratz M. *Principles of Hand Surgery and Therapie*: Elsevier; 2010.
30. Schmitt R, Lanz U. *Bildgebende Diagnostik der Hand*: Thieme; 2004.
31. Rueter A, Trentz O, Wagner M. *Unfallchirurgie* 2. Auflage. In: Verlag UF, ed.2003:831-50.
32. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Prometheus. Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. 1 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005.
33. Matschke S, Glatzel U, Grützner A, Wentzensen A. Distale Unterarmfrakturen. *Trauma und Berufskrankheiten* 6 2004;6:204-12.
34. Rikli DA, Honigmann P, Babst R, Cristalli A, Morlock MM, Mittlmeier T. Intra-articular pressure measurement in the radioulnocarpal joint using a novel sensor: in vitro and in vivo results. *J Hand Surg Am* 2007;32:67-75.
35. Woltmann A, Hierholzer C, Bühren V. Gibt es noch eine Differenzialindikation für die Behandlung der distalen Radiusfraktur? *Trauma und Berufskrankheiten* 2007;9.
36. Pilz F, Lindemann-Sperfeld L, Winter S, Wieland O. Distale Radiusfrakturen - Behandlungskonzept und Erfahrungen. *Trauma und Berufskrankheiten* 2000;2:313-9.
37. Vogt MT, Cauley JA, Tomaino MM, Stone K, Williams JR, Herndon JH. Distal radius fractures in older women: a 10-year follow-up study of descriptive characteristics and risk factors. *The study of osteoporotic fractures. J Am Geriatr Soc* 2002;50:97-103.
38. Frykman G. 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* 1967;Suppl 108:3+.
39. Pechlaner S. Pathomechanismus der Überstreckungsverletzung des Handgelenkes - Experimentelle Untersuchung und klinische Relevanz. *Acta Chirurgica Austriaca* 1997;29:172-6.
40. Rikli DA, Babst R, Jupiter JB. [Distal radius fractures: new concepts as basis for surgical treatment]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2007;39:2-8.
41. Frank J, Pralle H, Lehnert M, Marzi I. [Concomitant injuries of distal radius fractures]. *Unfallchirurg*;113:796, 7-803.

42. Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne K, Jr. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg Am* 1997;22:772-6.
43. Peicha G, Seibert FJ, Fellingner M, Grechenig W, Schippinger G. Lesions of the scapholunate ligaments in acute wrist trauma--arthroscopic diagnosis and minimally invasive treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:176-83.
44. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:357-65.
45. Schmitt R, Fröhner S, Fodor S, Christopoulos G, Kalb KH. Radiologische Frühdiagnostik der skapholunären Dissoziation (SLD). *Der Radiologe* 2006;46:654-63.
46. Pillukat T, van Schoonhoven J, Lanz U. Die ulnare Instabilität des Karpus. *Der Orthopäde* 2004;33:676-84.
47. Rappold G, Leixnering M, Pezzeri C. [Carpal injuries associated with distal radius fractures. Diagnosis and therapy]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001;33:221-8.
48. Krimmer H, Schmitt R, Herbert T. Kahnbeinfrakturen – Diagnostik, Klassifikation und Therapie. *Der Unfallchirurg* 2000;103:812-9.
49. Fernandez DL, Jupiter JB. *Fractures of the Distal Radius: A Practical Approach to Management*: Springer Verlag; 1995.
50. Ahn SY, Hong YH, Koh YH, Chung YS, Lee SH, Yang HJ. Pressure measurement in carpal tunnel syndrome : correlation with electrodiagnostic and ultrasonographic findings. *J Korean Neurosurg Soc* 2009;46:199-204.
51. Patel VP, Paksima N. Complications of distal radius fracture fixation. *Bull NYU Hosp Jt Dis*;68:112-8.
52. Atkins RM. Complex regional pain syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85:1100-6.
53. Goris RJ, Leixnering M, Huber W, Figl M, Jandl M, Redl H. Delayed recovery and late development of complex regional pain syndrome in patients with an isolated fracture of the distal radius: prediction of a regional inflammatory response by early signs. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89:1069-76.
54. Schurmann M, Gradl G, Zaspel J, Kayser M, Lohr P, Andress HJ. Peripheral sympathetic function as a predictor of complex regional pain syndrome type I (CRPS I) in patients with radial fracture. *Auton Neurosci* 2000;86:127-34.
55. Puchalski P, Zyluk A. Complex regional pain syndrome type 1 after fractures of the distal radius: a prospective study of the role of psychological factors. *J Hand Surg Br* 2005;30:574-80.
56. Korber J, Kohler H, Rembor U, Wentzensen A. Begleit- und Nachbehandlung distaler Radiusfrakturen. *Trauma und Berufskrankheiten* 2007;9:42-6.
57. Atkins RM, Duckworth T, Kanis JA. Features of algodystrophy after Colles' fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1990;72:105-10.
58. Veldman PH, Reynen HM, Arntz IE, Goris RJ. Signs and symptoms of reflex sympathetic dystrophy: prospective study of 829 patients. *Lancet* 1993;342:1012-6.
59. Kirchner R, Huttel T, Kruger-Franke M, Rosemeyer B. [Results following percutaneous intramedullary pin fixation in distal radius fractures]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1994;132:129-35.
60. Pechlaner S. Classification of Distal Radius Fractures. *Acta Chir Austriaca* 1997;29:189-93.
61. Felderhoff J, Wiemer P, Dronsella J, Weber U. [The operative therapy of distal unstable radius fractures with dorsal and palmar plates. A retrospective study with respect to the DASH-score system]. *Orthopäde* 1999;28:853-63.
62. Müller M E. *The comprehensive classification of fractures of long bones*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag; 1990.

63. Fernandez DL. Distal radius fracture: the rationale of a classification. *Chir Main* 2001;20:411-25.
64. Mudgal C, Hastings H. Scapho-lunate diastasis in fractures of the distal radius. Pathomechanics and treatment options. *J Hand Surg Br* 1993;18:725-9.
65. Nazar MA, Mansingh R, Bassi RS, Waseem M. Is there a Consensus in the Management of Distal Radial Fractures? *Open Orthop J* 2009;3:96-9.
66. Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E, Kummer FJ, Koval KJ. Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma* 2004;18:488-93.
67. http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-0151_S2_Distale_Radiusfraktur_2008.pdf.
68. Leung F, Ozkan M, Chow SP. Conservative treatment of intra-articular fractures of the distal radius--factors affecting functional outcome. *Hand Surg* 2000;5:145-53.
69. Greatting MD, Bishop AT. Intrafocal (Kapandji) pinning of unstable fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 1993;24:301-7.
70. Schweigkofler U, Hofmann T, Hoffmann R. Isolierte und additive Kirschner-Draht-Osteosynthese der distalen Radiusfraktur. *Trauma und Berufskrankheiten* 2007;9:14-8.
71. Oestern HJ. [Distal radius fractures. II. Surgical therapy]. *Chirurg* 1999;70:1381-94.
72. Vasenius J. Operative treatment of distal radius fractures. *Scand J Surg* 2008;97:290-6; discussion 6-7.
73. Haberneek H, Schmid L. [Technique and results of modified percutaneous bore wire osteosynthesis of the distal radius]. *Unfallchirurg* 1992;95:339-43.
74. Slutsky DJ. External fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 2007;32:1624-37.
75. Kuner EH, Mellios K, Berwarth H. [Treatment of complicated fracture of the distal radius with external fixator. Follow-up--complications--outcomes]. *Unfallchirurg* 2002;105:199-207.
76. Matschke S, Winkler H, Kessler T, Wentzensen A. Versorgung einer distalen Radiusfraktur mit dem Fixateur externe. *Trauma und Berufskrankheiten* 1998;1:24-32.
77. Pennig D, Gausepohl T, Mader K. [Radio-radial external fixation for correction of malunited distal radius fracture]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999;31:227-33.
78. Sommerkamp TG, Seeman M, Silliman J, et al. Dynamic external fixation of unstable fractures of the distal part of the radius. A prospective, randomized comparison with static external fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:1149-61.
79. Haddad M, Rubin G, Soudry M, Rozen N. External fixation for the treatment of intra-articular fractures of the distal radius: short-term results. *Isr Med Assoc J*;12:406-9.
80. Gradl G, Wendt M, Gierer P, Beck T, Mittlmeier T. Intramedulläre Versorgung der distalen Radiusfraktur. *Trauma und Berufskrankheiten* 2008;10 [Suppl 2]:241-4.
81. Fellingner M, Grechenig W, Clement H. Die operative Behandlung des distalen Radiusbruches an typischer Stelle. *European Surgery* 2002;34 [Suppl 3]:6-12.
82. Keller M, Steiger R. [Open reduction and internal fixation of distal radius extension fractures in women over 60 years of age with the dorsal radius plate (pi-plate)]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2006;38:82-9.
83. Kubiak EN, Fulkerson E, Strauss E, Egol KA. The evolution of locked plates. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 Suppl 4:189-200.
84. Mehling I, Meier M, Schlor U, Krimmer H. [Multidirectional palmar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fracture]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2007;39:29-33.
85. Prommersberger KJ, Lanz U. [Biomechanical aspects of malunited distal radius fracture. A review of the literature]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999;31:221-6.
86. Lewis MH. Median nerve decompression after Colles's fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1978;60-B:195-6.
87. Lutz M, Arora R, Smekal V, et al. [Long-term results following ORIF of dorsal dislocated distal intraarticular radius fractures]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2007;39:54-9.

88. Martini AK, Fromm B. [Secondary arthrosis of the wrist joint in malposition of healed and uncorrected distal radius fracture]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1991;23:249-54.
89. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 1996;29:602-8.
90. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop* 2003;27:1-6.
91. Herron M, Faraj A, Craigen MA. Dorsal plating for displaced intra-articular fractures of the distal radius. *Injury* 2003;34:497-502.
92. Itoh S, Tomioka H, Tanaka J, Shinomiya K. Relationship between bone mineral density of the distal radius and ulna and fracture characteristics. *J Hand Surg Am* 2004;29:123-30.
93. Zwack M, Kempf P, Stelzig HH. [Distal radius fracture--indications for conservative, partial surgical and surgical therapy]. *Unfallchirurgie* 1988;14:125-32.
94. MacDermid JC, Roth JH, Richards RS. Pain and disability reported in the year following a distal radius fracture: a cohort study. *BMC Musculoskelet Disord* 2003;4:24.
95. Moore CM, Leonardi-Bee J. The prevalence of pain and disability one year post fracture of the distal radius in a UK population: a cross sectional survey. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:129.
96. Sakhaii M, Groenewold U, Klonz A, Reilmann H. [Results after palmar plate-osteosynthesis with angularly stable T-plate in 100 distal radius fractures: a prospective study]. *Unfallchirurg* 2003;106:272-80.
97. Knight D, Hajducka C, Will E, McQueen M. Locked volar plating for unstable distal radial fractures: clinical and radiological outcomes. *Injury*;41:184-9.
98. Orbay JL, Badia A, Indriago IR, et al. The extended flexor carpi radialis approach: a new perspective for the distal radius fracture. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2001;5:204-11.
99. Walz M, Kolbow B, Auerbach F. [Do fixed-angle T-plates offer advantages for distal radius fractures in elderly patients?]. *Unfallchirurg* 2004;107:664-6, 8-70.
100. Bell JS, Wollstein R, Citron ND. Rupture of flexor pollicis longus tendon: a complication of volar plating of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:225-6.
101. Gruber G, Bernhardt GA, Kohler G, Gruber K. Surgical treatment of distal radius fractures with an angle fixed bar palmar plating system: a single center study of 102 patients over a 2-year period. *Arch Orthop Trauma Surg* 2006;126:680-5.
102. Jupiter JB, Marent-Huber M. Operative management of distal radial fractures with 2.4-millimeter locking plates. A multicenter prospective case series. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:55-65.

7.4. Ethikantrag

Geschäftszeichen.: _____ Eingangsvermerk: _____

(Wird von der Geschäftsstelle der Ethikkommission ausgefüllt) (Wird von der Geschäftsstelle der Ethikkommission ausgefüllt)

Antrag

zur Beurteilung ethischer und rechtlicher Fragen eines
medizinischen Forschungsvorhabens am Menschen

für die das Arzneimittelgesetz (AMG) nicht zutrifft

zu richten an die Geschäftsstelle der Ethikkommission

Bauteil D2, 1. Untergeschoß, Raum 2.34

Klinikum der Universität Regensburg

Franz-Josef-Strauß-Allee 11

93053 Regensburg

Telefon (0941) 944-5380

Telefax (0941) 944-5388

ethikkommission@klinik.uni-regensburg.de

<http://ethikkommission.uni-regensburg.de>

1. Allgemeine Angaben

1. Titel des Projektes:

Retrospektive Studie zur Untersuchung des klinischen Langzeitergebnisses nach operativ versorgter distaler Radiusfraktur

2. Verantwortlicher Arzt bzw. Projektleiter (Name, Abteilung, Anschrift, Telefon):

Dr. med. Ulrich Schächinger, Abteilung Unfallchirurgie/Handchirurgie, Klinikum der Universität Regensburg, Tel.: 0941/9446805

1.3. Stellvertreter (Name, Abteilung, Anschrift, Telefon):

Dr. med. Michaela Huber, Abteilung Unfallchirurgie/Handchirurgie, Klinikum der Universität Regensburg, Tel.: 0941/9446805

1.4. Beteiligte Institut(e), Klinik(en) oder Abteilung(en):

Abteilung Unfallchirurgie/Handchirurgie, Klinikum der Universität Regensburg

1.5. Geschäftsführende\ Leiter der Institution\ en (Name, Anschrift, Telefon):

Prof. Dr. med. Michael Nerlich, Abteilung Unfallchirurgie/Handchirurgie, Klinikum der Universität Regensburg

1.6. Bei Auftrags- bzw. Drittmittelstudien muss ein Kostenschuldner für die Gebühren der Ethikkommission angegeben werden mit vollständigem Namen und ladungsfähiger Anschrift. Eine Umbuchung aus Kostenstellen am Klinikum kann nicht mehr erfolgen. Es gilt das Bayerische Kostengesetz. Kostenbefreit sind nur der Freistaat Bayern selbst, seine Universitäten und deren Mitglieder (Fakultätsangehörige). Kostenschuldner ist diejenige (juristische) Person, die das Tätigwerden der Ethikkommission durch Auftraggeberschaft bzw. Drittmittelpartnerschaft im Zusammenhang mit dieser Studie veranlasst bzw. hieraus ein Interesse an der Studiendurchführung etwa dergestalt hat, dass auf sie durch Drittmittelvertrag Rechte an Ergebnissen oder dergleichen übertragen werden.

Bitte geben Sie alternativ an:

Die Studie wird ohne Drittmittelvertrag durchgeführt und dient auch nicht der Vorbereitung eines in Planung befindlichen Auftragsforschungsprojektes.

Es gibt folgenden Kostenschuldner:
(Name und Anschrift, keine Postfachadresse!):

1.7. Wurde schon ein Antrag gleichen Inhalts bei einer anderen Ethikkommission gestellt?

ja nein

Falls ja, legen Sie bitte das Votum dieser Ethik-Kommission bei.

2. Forschungsvorhaben:

2.1. kurzer Abriss des Projektes:

Frakturen des distalen Radius sind häufige Verletzungen, denen mit den unterschiedlichsten operativen wie nicht-operativen Therapiekonzepten begegnet wird. Hinsichtlich der operativen Therapie sind Bohrdraht-Osteosynthesen, Schrauben-Osteosynthesen, Platten-Osteosynthesen, Fixateur externe sowie unterschiedliche Kombinationen dieser Verfahren beschrieben. Trotz einer Vielzahl publizierter Therapiestudien, die in der Regel durch kurze Nachbeobachtungszeiträume gekennzeichnet sind, konnte bislang keine Überlegenheit eines Therapiekonzeptes gefunden werden. Daten zu Langzeitergebnissen nach operativer Therapie bei distalen Radiusfrakturen finden sich in der Literatur kaum. In dieser Studie sollen die klinischen Langzeitergebnisse von Patienten, die im Zeitraum von 1994 bis 2004 am Klinikum der Universität Regensburg aufgrund einer distalen Radiusfraktur operativ versorgt wurden, untersucht werden. Dazu werden die Patienten kontaktiert und zu einer klinischen Untersuchung eingeladen. Im Rahmen dieser klinischen Untersuchung werden als wesentliche objektive Parameter der Bewegungsumfang und die Kraft, und als wesentliche subjektive Parameter das Schmerzverhalten sowie der DASH-Score (Disability of the Arm, Shoulder and Hand) erhoben. Die zugrunde gelegten Hypothesen sind: - das subjektive Outcome ist abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation (Hauptzielkriterium) - das objektive Outcome ist abhängig von der Schwere der Verletzung nach AO-Klassifikation - das subjektive Outcome ist unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren - das objektive Outcome (z.B. Kraft, Bewegungsumfang) ist unabhängig vom gewählten operativen Therapieverfahren - das subjektive Outcome ist abhängig vom Alter des Patienten

2.2. Art des Forschungsvorhabens:

Heilversuch Prophylaxe

Diagnostik Therapie

Sonstiges:

(Zutreffendes bitte ankreuzen. Bei gemischten Vorhaben ggf. nähere Angaben.)

2.3. Für die Studie kommt zur Anwendung

das Medizinproduktegesetz (MPG)

(Hierzu falls einschlägig bitte weitere Angaben unter Punkt 6)

die Strahlenschutzverordnung

die Röntgenverordnung

2.4. Versuchsplan / Ablauf der Studie:

1. Identifikation der Patienten anhand der elektronischen Krankenakten
2. Kontaktieren und Einbestellen der Patienten zur klinischen Untersuchung
3. Durchführung von klinischer Untersuchung und/oder Interview
4. Datenverarbeitung und -auswertung
Die Datenerhebung erfolgt zum Zweck des oben genannten Studienziels/Forschungsvorhabens. Es werden Name, Adresse, Geburtsdaten, sowie die Studienprotokolldaten erhoben. Nach Beendigung der Teilnahme werden keine weiteren Daten von den Studienteilnehmern erhoben. Die Daten werden in pseudonymisierter Form, d.h. ohne direkten Bezug zu ihrem Namen elektronisch gespeichert und ausgewertet. Zugriff auf die Daten haben nur Mitarbeiter der Studie. Die Daten sind vor fremdem Zugriff geschützt.

3. Weitere Fragen zur geplanten Studie:

3.1. Bisherige Erkenntnisse und Erfahrungen zur Fragestellung:

3.1.1. ...aus den vorklinischen Untersuchungen (In vitro und/oder Tierversuche)
entfällt

3.1.2. ...aus Untersuchungen am Menschen:

Frakturen des distalen Radius sind häufige Verletzungen, denen mit den unterschiedlichsten operativen wie nicht-operativen Therapiekonzepten begegnet wird. Hinsichtlich der operativen Therapie sind Bohrdraht-Osteosynthesen, Schrauben-Osteosynthesen, Platten-Osteosynthesen, Fixateur externe sowie unterschiedliche Kombinationen dieser Verfahren beschrieben. Trotz einer Vielzahl publizierter Therapiestudien, die in der Regel durch kurze Nachbeobachtungszeiträume gekennzeichnet sind, konnte bislang keine Überlegenheit eines Therapiekonzeptes gefunden werden. Daten zu Langzeitergebnissen nach operativer Therapie bei distalen Radiusfrakturen finden sich in der Literatur kaum.

3.2. Bisher schon dokumentierte und möglicherweise zu erwartende Nebenwirkungen, Risiken und Art der Komplikationen:

entfällt

3.3. Möglichkeiten zur Früherkennung der Risiken (genannt unter 4.2) sowie deren Prävention und Therapie:

entfällt

3.4. Welcher Nutzen für die Heilkunde oder welcher wissenschaftlicher Erkenntniswert entsteht?

Die Studie soll Erkenntnisse über die Langzeitergebnisse nach operativer Therapie distaler Radiusfrakturen liefern und eine Grundlage für ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Patient, Verletzungsschwere, Therapieform und Langzeitergebnis schaffen.

3.5. Welchen Nutzen hat die Versuchsperson durch die Teilnahme an der Studie?

Durch diese Studie entsteht ein Gruppennutzen für zukünftig gleich verletzte Personen, da die Ergebnisse dieser Studie in deren Behandlungsregime aufgenommen werden können bzw. die Grundlage für weitere prospektive Untersuchungen bilden können.

3.6. Abwägung zwischen Aufwand, Belastung und Risiko und dem Nutzen für die teilnehmenden Patienten bzw. dem Erkenntnisgewinn:

Durch die Studienteilnahme entstehen neben der zeitlichen Belastung voraussichtlich keinerlei Risiken für die Patienten. Ein unmittelbarer Nutzen für die teilnehmenden Patienten ergibt sich nicht, es entsteht jedoch ein Gruppennutzen für zukünftig gleich verletzte Personen (siehe 3.5).

3.7. Worin liegt (nach Ihrer Einschätzung) die eigentliche Problematik der Studie, die für die Beurteilung durch die Ethik-Kommission wichtig ist?

Eine wesentliche Problematik, die für die Beurteilung durch die Ethik-Kommission wichtig ist, besteht aus Sicht der Studienautoren nicht.

4. Fragen zu den Patienten und/oder Probanden:

4.1. Anzahl der Versuchspersonen:

im Prüfzentrum vor Ort: 455

insgesamt: 455

4.2. Alter der Versuchspersonen:

von:23 bis: 97

4.3. Einschluss und Ausschlusskriterien:

(ggf. Auszüge aus dem Versuchsprotokoll beilegen.)

4.3.1. Einschlusskriterien:

- operativ versorgte distale Radiusfraktur am Klinikum der Universität Regensburg im Zeitraum von 1994 bis 2004 - Patient zum Zeitpunkt der Therapie über 18 Jahre alt - Einverständnis des Patienten in die Studienteilnahme

4.3.2. Ausschlusskriterien:

- ipsilaterale Verletzungen der oberen Extremität zum Zeitpunkt oder nach der operativen Therapie der Radiusfraktur (Ausnahme: typische Begleitverletzungen bei Radiusfraktur, z.B. SL-Bandruptur, TFCC-Läsion) - ipsilaterale degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates - ipsilaterale Operation an der oberen Extremität nach der operativen Therapie der Radiusfraktur (Ausnahme: Implantatentfernung) - fehlende Einwilligungsfähigkeit und Compliance

4.4. Besteht eine nicht schon von Gesetz wegen (z.B. MPG) abzuschließende Versicherung zugunsten der Probanden (z.B. Wegeunfallversicherung)?

ja nein

Wenn ja, welcher Art?

Wenn ja, bei welcher Versicherungsgesellschaft?

(Versicherungsbestätigung ist beizufügen.)

4.5. Ist ein Honorar für die Versuchsperson vorgesehen?

ja nein

Wenn ja, wieviel: €

wofür:

5. Zwischenauswertung und Abbruchkriterien:

entfällt

6. Nur für Studien nach § 20ff. MPG:

6.1. Welches Medizinprodukt soll geprüft werden?

(Produktbeschreibung, technische Informationen und eventuell vorliegende CE-Dokumente – etwa aus Vorversionen des Produktes – sind beizufügen.)

6.2. Um was für eine Art Medizinprodukt (MP) handelt es sich dabei*?

aktives MP nicht aktives MP MP in Form eines In-vitro-Diagnostikums

6.3. Gibt es für das zu evaluierende Medizinprodukt bereits ein CE?

ja nein

6.4. Bewegen sich die Maßnahmen zur Studiendurchführung streng innerhalb der Zweckbestimmung (Indikation) des Medizinproduktes gemäß CE?

ja nein

6.5. Wenn Frage 6.4 bejaht haben: Werden im Vergleich zur klinischen Routine zusätzliche invasive oder andere belastende Untersuchungen durchgeführt?

ja nein

6.6. Bei In-vitro-Diagnostika (IVD): Erfolgt eine invasive Probennahme ausschließlich oder in zusätzlicher Menge zum Zwecke der Leistungsbewertung des IVD oder werden im Rahmen der Leistungsbewertungsprüfung zusätzliche invasive oder andere belastende Untersuchungen durchgeführt oder sollen die im Rahmen der Leistungsbewertung erhaltenen Ergebnisse für die Diagnostik verwendet werden, ohne dass sie mit etablierten Verfahren bestätigt werden können?

ja nein

(Kreuzen Sie bitte „ja“ an, wenn bereits eine der vorgenannten Alternativen zutrifft)

6.7. Verfügt der Leiter der klinischen Prüfung gemäß § 20 Abs. 1 Nr. 4 MPG über eine mindestens zweijährige Erfahrung in der klinischen Prüfung von Medizinprodukten?

ja nein

(Nachweise hierzu und akademischer Kurzlebenslauf sind beizufügen.)

6.8. Werden die Bestimmungen des MPG und die Grundsätze der "Good Clinical Practice" (ICH-GCP) in der aktuellen Version eingehalten?

ja nein

6.9. Wurde die Studie ordnungsgemäß bei den Behörden gemeldet?

Bay.Landesamt für Gesundheit und Soziales (München)

(Aktive Medizinprodukte)

ja nein

Regierung der Oberpfalz

(Nicht aktive Medizinprodukte)

ja nein

6.10. Besteht eine Probandenversicherung gemäß § 20 Abs. 3 MPG?

ja nein

Wenn ja, bei welcher Versicherungsgesellschaft?

(Versicherungsbestätigung ist beizufügen.)

* zu medizinerproduktrechtlichen und anderen Abgrenzungsfragen konsultieren Sie bitte unsere Homepage.

7. Anlagen

(soweit zutreffend)

Protokoll / Prüfplan

Versions-Nr.: vom

Investigator Brochure

Versions-Nr.: vom

Fachinfo:

Patienteninformation / -Einwilligung

Versions-Nr.: vom

Hinweis: Patienteninformation und Patienteneinwilligung müssen mit Kliniklogo und mit Unterschriftenzeile für Aufklärenden und Patienten versehen sein.

Versicherungsbescheinigung(en) im Sinne von oben 4.4.

Literaturverzeichnis

Sonstige Anlagen für **MPG-Studien** falls erforderlich (siehe oben Abschnitt 6)

Für Studien im Anwendungsbereich des **Strahlenschutzrechtes**:

Behördliche Genehmigungen

Erstvoten anderer Ethikkommissionen im Sinne von oben 1.7.:

Sonstige Anlagen:

Ich weiß, dass auch bei einer positiven Beurteilung des Vorhabens durch die Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät Regensburg die ärztliche und juristische Verantwortung uneingeschränkt beim Projektleiter und seinen Mitarbeitern verbleibt. Ich bestätige die Richtigkeit und Vollständigkeit meiner Angaben.

Regensburg, den

.....

Projektleiter Stellvertreter

Mit der Durchführung des Forschungsvorhabens einverstanden:

--	--

Stempel \ Unterschrift Direktor der Klinik, der Abteilung,
des Instituts

Stempel \ Unterschrift Direktor der Klinik, der Abteilung,
des Instituts

Stempel \ Unterschrift Direktor der Klinik, der Abteilung,
des Instituts

Stempel \ Unterschrift Direktor der Klinik, der Abteilung,
des Instituts

7.5. Anschreiben

Sehr geehrte(r) Herr/Frau ...,

Sie wurden in den letzten Jahren auf Grund eines Unterarmbruches am Klinikum der Universität Regensburg versorgt.

Neben der Patientenversorgung ist es eine wichtige Aufgabe der Universitätsklinik, die angewandten Behandlungsmethoden zu erforschen und weiterzuentwickeln.

Aus diesem Grund führen wir derzeit eine Untersuchung über den langfristigen Krankheitsverlauf nach Unterarmbrüchen durch. Uns interessiert hierbei besonders, ob Ihre Verletzung folgenlos ausgeheilt ist oder ob Sie auf Grund der Verletzung auch heute noch Beschwerden oder Einschränkungen haben.

Der Ablaufplan der Nachuntersuchung sieht eine Untersuchung des verletzten Handgelenkes vor (eine Überweisung vom Hausarzt ist nicht erforderlich, eine Praxisgebühr fällt nicht an), ferner werden mit Hilfe eines Fragebogens die Verletzungsfolgen erhoben. Die Beantwortung dieses Fragebogens wäre auch telefonisch möglich.

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten werden ausschließlich für die Zwecke dieser Studie und in vollständig anonymisierter Form verwendet. Ihnen entstehende Kosten (z.B. Fahrtkosten) können wir leider nicht erstatten.

Wir hoffen, Ihr Interesse an der Teilnahme an dieser Untersuchung geweckt zu haben und würden uns sehr über Ihre Bereitschaft zur Teilnahme freuen.

Wir werden uns innerhalb der nächsten Wochen telefonisch bei Ihnen melden, um ggf. einen Termin zur Nachuntersuchung mit Ihnen zu vereinbaren und um eventuell bestehende Fragen zu beantworten.

Bei Rückfragen können Sie uns auch vorab unter der Telefonnummer 0171/4609669 erreichen.

Wir danken Ihnen schon vorab für Ihr Interesse und Ihre Zusammenarbeit und verbleiben mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. M. Nerlich
Leiter der Abtlg. Unfallchirurgie

Dr. U. Schächinger
Oberarzt der Klinik

E. Tahedl
Doktorand

7.6. Einverständniserklärung und Aufklärung

Klinikum der Universität Regensburg
Abteilung Unfallchirurgie
Funktionsbereich Handchirurgie

Einverständniserklärung

Retrospektive Studie zur Untersuchung des klinischen Langzeitergebnisses nach operativ versorgter distaler Radiusfraktur.

Name des Patienten

Geburtsdatum

Ich wurde ausführlich durch _____
über das Ziel und den Verlauf der Studie und die Freiwilligkeit der Teilnahme
aufgeklärt.

Ich hatte Gelegenheit alle meine Fragen zu stellen. Diese wurden zufriedenstellend
und vollständig beantwortet.

1. Ich erkläre hiermit meine Teilnahme an der oben genannten Studie. Ich wurde
darauf hingewiesen, dass meine Teilnahme freiwillig ist und dass ich das
Recht habe, diese jederzeit ohne Angabe von Gründen zu beenden, ohne
dass mir dadurch Nachteile entstehen.
2. Ich wurde über meine Datenschutzrechte informiert. Mit der Erhebung,
Verarbeitung und Speicherung meiner Daten, sowie der Übermittlung im
Rahmen der Studie bin ich einverstanden.

Regensburg, den _____

Unterschrift des Patienten

Name aufklärende Doktorandin

Unterschrift aufklärende Doktorandin

Klinikum der Universität Regensburg
Abteilung Unfallchirurgie
Funktionsbereich Handchirurgie

Sollten Sie weitere Fragen bezüglich der Verlaufsstudie haben, wenden Sie sich bitte an die aufklärende Doktorandin oder direkt an Herrn Dr. med. Ulrich Schächinger (verantwortlicher Leiter der Studie), Abteilung Unfallchirurgie/Handchirurgie, Klinikum der Universität Regensburg.

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig.

Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen die Teilnahme an der Studie beenden, ohne dass dadurch Nachteile im Hinblick auf die Behandlung oder Ihr Verhältnis zu Ihrer behandelnden Ärztin bzw. Ihrem behandelnden Arzt entstehen.

Tritt im Rahmen der Studiendurchführung ein Schaden auf, der den Studienteilnehmern durch das schuldhafte Verhalten eines Beschäftigten des Klinikums der Universität Regensburg zugefügt wurde, haftet die gesetzliche Haftpflicht des Klinikums der Universität Regensburg.

Datenschutzrechtliche Informationen

Für die Datenerhebung verantwortlich ist Frau Eva Tahedl.

Die Datenerhebung erfolgt zum Zweck des oben genannten Studienziels/Forschungsvorhabens. Es werden Name, Adresse, Geburtsdaten, sowie die Studienprotokolldaten erhoben. Nach Beendigung der Teilnahme werden keine weiteren Daten von den Studienteilnehmern erhoben. Die Daten werden in pseudonymisierter Form, d.h. ohne direkten Bezug zu ihrem Namen elektronisch gespeichert und ausgewertet. Zugriff auf die Daten haben nur Mitarbeiter der Studie. Diese Personen sind der Verschwiegenheit verpflichtet. Die Daten sind vor fremdem Zugriff geschützt.

I. Interview:

Frakturart (nach AO):

Alter:

Therapieverfahren:

- konservativ
- K-Draht
- Fixateur externe
- Fixateur externe + K-Draht
- palmare Platte
- dorsale Platte
- andere Osteosynthese

Implantatentfernung:

- ja, Datum:
- nein

Zusätzliche Verletzung an der gleichen Extremität:

- keine
- gleichzeitig mit distaler Radiusfraktur:
- nach distaler Radiusfraktur:

Gegenseite unverletzt:

- ja
- nein
- nicht eruierbar

Händigkeit vorher:

- links
- rechts

Händigkeit nachher:

- links
- rechts

Karpaltunnelspaltung:

- ja
- nein
- nicht eruierbar

Aktuelles Schmerzverhalten:

Auftreten & ggf. Stärke der Schmerzen (VAS):

- keine Schmerzen
- in Ruhe:
- bei Bewegung:
- unter Belastung:
- immer

Wetterfühligkeit:

- ja
- nein

Schmerzmittelverbrauch:

- keine
- mehr als 3 mal/Tag
- 1-3 mal/Tag
- 1-2 mal/Woche
- weniger als 1 mal/Woche

Art des Schmerzmittels:

- NSAID
- schwache Opioide
- starke Opioide

Wiederaufnahme der Arbeit:

- voll
- gleiche Arbeit, aber eingeschränkt
- möglich, aber arbeitslos
- Wechsel zu leichter Arbeit
- unmöglich

Zufriedenheit:

- sehr zufrieden
- mittelmäßig zufrieden
- nicht zufrieden, aber arbeitsfähig
- nicht zufrieden, arbeitsunfähig

Beschwerden über der Narbe:

- ja
- nein

DASH:

Cooney und Bussey Score:

- ausgezeichnet
- gut
- ausreichend
- mangelhaft
- befriedigend

Mayo Wrist Score:

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- schlecht

Besonderheiten:

II. Untersuchung:

Bewegungsumfang:

Hohlhand mit Fingerkuppen erreichbar:

- ja
- nein

Fingerkuppen-Hohlhandfalten-Abstand:

Fingerbeweglichkeit:

- normal
- eingeschränkt, Streckdefizit:

Langfingerkuppen, die mit der Daumenspitze erreicht werden können:

links: II III IV V rechts: II III IV V

Retropulsion:

- durchführbar
- eingeschränkt durchführbar
- nicht durchführbar

Handgelenk:

	rechts	links
Extension/Flexion		
Radialabduktion/Ulnarabduktion		
Pronation/Supination		

Kraft (in % der unverletzten Gegenseite):

		rechts	links
Grip:	Messung 1		
	Messung 2		
	Messung 3		
	Durchschnitt		
Pinch:	Messung 1		
	Messung 2		
	Messung 3		
	Durchschnitt		

Sensibilität:

- N. radialis: eingeschränkt/unauffällig/fehlend
- N. ulnaris: eingeschränkt/unauffällig/fehlend
- N. medianus: eingeschränkt/unauffällig/fehlend

Besonderheiten:

7.8. DASH-Score

DASH Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)

Referenz	Germann G, Wind G, Harth A (1999) Der DASH-Fragebogen – Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. Handchir Mikrochir Plast Chir 31: 149–152
Anwendung	allgemein
Anmerkung	Subjektiver Score. Es wird die Fähigkeit, die Tätigkeit auszuführen, bewertet und nicht die Art. Empfohlener Score nach Radiusfrakturen: K.M. Stürmer (Hrsg.): Leitlinien Unfallchirurgie. 2. Auflage, Thieme, Stuttgart New York 1999, S. 84 – 97 oder www.awmf-online.de DASH online: http://www.dash.iwh.on.ca/dash.htm
Cave	Zusätzlich gibt es noch 2 optionale Module, die hier nicht aufgeführt sind (Sport- und Musikmodul und Arbeits- und Berufsmodul).

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

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
Schreiben	1	2	3	4	5
Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
Schwere Hausarbeit (z. B Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
Betten machen	1	2	3	4	5

Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
Ihre Haare waschen oder fönen	1	2	3	4	5
Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

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

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

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

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

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

Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand

Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
1	2	3	4	5

Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

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

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

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

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

Resultat: Dieser Disability/Symptom Score kann nur berechnet werden, wenn mindestens 27 der 30 Fragen beantwortet wurden. Es gibt 2 verschiedene Formeln, die neuere lautet: $DASH = (Summe\ der\ beantworteten\ Fragen - 1) / Anzahl\ der\ beantworteten\ Fragen \times 25$

7.9. Mayo Wrist Score

Mayo Wrist Score

Referenz Lamey DM, Fernandez DL. Results of the modified Sauve-Kapandji procedure in the treatment of chronic posttraumatic derangement of the distal radioulnar joint. J Bone Joint Surg [Am] 1998; 80: 1758–1769

Anwendung

Kategorie	Punkte	Befund
<u>Schmerz</u>	25	kein Schmerz
	20	leichter Schmerz bei starker Aktivität
	20	Schmerz nur bei Wetteränderung
	15	mittelgradiger Schmerz bei starker Aktivität
	15	leichter Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	5	mittelgradiger Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	0	Ruhschmerz
<u>Zufriedenheit</u>	25	sehr zufrieden
	20	mittelmäßig zufrieden
	10	nicht zufrieden aber arbeitsfähig
	0	nicht zufrieden, arbeitsunfähig
<u>Bewegungsumfang</u>	25	100% der Gegenseite
	15	75–99% der Gegenseite
	10	50–74% der Gegenseite
	5	25–49% der Gegenseite
	0	0–24% der Gegenseite
<u>Griffstärke (Grobgriff)</u>	25	100% der Gegenseite
	15	75–99% der Gegenseite
	10	50–74% der Gegenseite
	5	25–49% der Gegenseite
	0	0–24% der Gegenseite
<u>Endergebnis (Punkte)</u>	90–100	sehr gut
	80–89	gut
	65–79	befriedigend
	<65	schlecht

7.10. Cooney and Bussey Score

Cooney und Bussey Score

Referenz Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL. Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. Clin Orthop Relat Res. 1987 Jan;(214):136-47.

Anwendung Frakturen distaler Radius, funktioneller Score.

Schmerz (25 Punkte)

kein Schmerz	25
wenig manchmal	20
mäßig, tolerabel	15
stark bis unerträglich	0

Funktioneller Status (25 Punkte)

zurückgekehrt zu normaler Arbeit	25
eingeschränkte Arbeit	20
kann arbeiten, arbeitslos	15
kann wegen Schmerzen nicht arbeiten	0

Bewegungsumfang (25 Punkte)

Beweglichkeit in Prozent zur normalen Beweglichkeit

100%	25
75-100%	15
50-75%	10
25-50%	5
0-25%	0

Beweglichkeit in Extension/Flexion, wenn nur betroffene Hand beurteilt wird

120° oder mehr	25
90-120°	15
60-90°	10
30-60°	5
30° oder weniger	0

Griffstärke (25 Punkte)

Prozent der normalen

100%	25
75-100%	15
50-75%	10
25-50%	5

0-25%

0

Ergebnis:

Ausgezeichnet: 90-100 Punkte

Gut: 80-89 Punkte

Ausreichend: 65-79 Punkte

Mangelhaft: weniger 65 Punkte

Befriedigend: mehr als 65 Punkte

7.11. Erklärung zur Dissertation

Herr Dr. med. Ulrich Schächinger, niedergelassener Chirurg, Facharzt für Chirurgie, Unfallchirurgie, Handchirurgie und ehemals Leiter des Funktionsbereichs Handchirurgie der Abteilung für Unfallchirurgie am Klinikum der Universität Regensburg, hat die Dissertation angeregt und ihre Ausarbeitung überwacht.

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

7.12. Lebenslauf

Name: Eva Tahedl

Wohnort: Bergstraße 22, 84347 Pfarrkirchen

Geburtsdatum: 07. August 1986

Geburtsort: 84347 Pfarrkirchen

Staatsangehörigkeit: deutsch

Konfession: römisch-katholisch

Familienstand: ledig

Schulbildung: September 1992 bis Juli 1996
Grundschule Pfarrkirchen

September 1996 bis Juli 2005
Gymnasium Pfarrkirchen

Schulabschluss: Abitur (1,0)

Hochschulbildung: Oktober 2005 – Mai 2012
Studium der Humanmedizin, Universität Regensburg

September 2007
Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Mai 2012
Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Famulaturen: 2008-2009
Allgemeinmedizin, Praxis Dr. Walton, Pfarrkirchen
Abteilung für Unfallchirurgie, Klinik München Perlach
Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie,
Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg
Abteilung für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum
Regensburg

Praktisches Jahr: 2010-2011
Chirurgie, Cho Ray Hospital, Ho Chi Minh, Vietnam
Chirurgie, Rottal-Inn Kliniken, Standort Eggenfelden
Innere Medizin, Klinikum Passau
Anästhesie, Klinikum Passau

Beruf: Seit Juli 2012
Assistenzärztin in der Abteilung für Unfallchirurgie an den
Rottal-Inn Kliniken, Standort Eggenfelden

7.13. Danksagung

Ich danke Herrn Dr. Ulrich Schächinger für die Bereitstellung des Themas sowie für seine Bemühungen und seine große Hilfe beim Erstellen der Arbeit.

Herrn Professor Dr. Michael Nerlich für die Möglichkeit in der Abteilung für Unfallchirurgie des Klinikums der Universität Regensburg zu promovieren.

Den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Poliklinik Chirurgie für die Bereitstellung der Untersuchungsräume und -materialien, sowie für ihre Hilfe in organisatorischen Dingen.

Herrn Professor Dr. Andreas G. Schreyer, MBA, sowie den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der radiologischen Abteilung des Klinikums der Universität Regensburg für die Bereitstellung der Röntgenbilder.

Herrn Zeman für seine Beratung und großzügige Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern Christa und Walter Tahedl, meinem Bruder Thomas Tahedl und meinem Lebensgefährten Patrick Cretu.