

Aus der Klinik für Unfallchirurgie
der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
(Direktor: Prof. Dr. med. St. Winckler)

Der Einfluss knöcherner und ligamentärer
Begleitverletzungen auf das Behandlungsergebnis operativ
versorgter distaler Radiusfrakturen

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von	Michael Reichl
aus	Gardelegen
Magdeburg	2012

Dokumentationsblatt

Bibliographische Beschreibung:

Reichl, Michael:

Der Einfluss knöcherner und ligamentärer Begleitverletzungen auf das Behandlungsergebnis operativ versorgter distaler Radiusfrakturen. – 2012 – Bl. 84.: 4 Abb., 13 Tab., 7 Anl.

Kurzreferat:

Kriterien zur Indikation und Art der Versorgung einer distalen Radiusfraktur sind etabliert. Die bei distalen Radiusfrakturen häufig auftretenden knöchernen und ligamentären Begleitverletzungen fanden in der letzten Zeit zunehmend Beachtung. Verlässliche Zahlen über Häufigkeit, Auswirkungen auf das klinische Endergebnis und das therapeutische Vorgehen fehlen jedoch bis jetzt. Im Zeitraum vom 01.07.1995 bis 31.12.2002 wurden in der Klinik für Unfallchirurgie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 580 Patienten mit 604 distalen Radiusfrakturen operativ versorgt. Eine operative Versorgung der Begleitverletzungen fand nicht statt. Von 269 Patienten konnten im Rahmen einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung in einem durchschnittlichen Nachuntersuchungsintervall von 18 Monaten vollständige Datensätze erhoben werden. Patienten ohne Begleitverletzungen, sowie mit einer Fraktur des Processus styloideus ulnae konnten statistisch anhand objektiver (funktionelle/radiologische Parameter, Scores) und subjektiver (DASH-Fragebogen) Kriterien verglichen werden. Andere Begleitverletzungen wurden wegen zu geringer Fallzahlen nicht ausgewertet. Weder das Vorhandensein noch die Lokalisation eines Abrisses des Processus styloideus ulnae hatten einen signifikanten Einfluss auf die subjektiven und objektiven Behandlungsergebnisse.

Schlüsselwörter:

distale Radiusfraktur, Ulnastyloidfraktur, Outcome

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
2.	Material und Methoden	8
2.1.	Patientenpopulation	8
2.2.	Datenerhebung	9
2.2.1.	Krankenakten und OP-Dokumentation	9
2.2.2.	Klinische Untersuchung	10
2.2.3.	Radiologische Untersuchung	11
2.2.4.	Bewertungsinstrumente	13
2.3.	Statistische Auswertung	14
3.	Ergebnisse	16
3.1.	Patienten	16
3.1.1.	Demographische Daten	16
3.1.2.	Behandlungsdaten	19
3.1.3.	Begleitverletzungen	20
3.2.	Nachuntersuchung	22
3.2.1.	Funktionelle Ergebnisse	22
3.2.2.	Radiologische Ergebnisse	25
3.3.	Statistische Auswertung	26
4.	Diskussion	29
4.1.	Scaphoidfraktur	30
4.2.	Scapholunäre Dissoziation	33
4.3.	Distale Ulnaschaftfraktur	36
4.4.	Verletzungen des distalen Radioulnargelenkes	37
4.5.	Methodenkritik	55
5.	Zusammenfassung	57
6.	Literatur	59
7.	Danksagung	69
8.	Erklärung	70
9.	Darstellung des Bildungsweges	71
10.	Anhang	73

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
SL-Dissoziation	Scapholunäre Dissoziation
SL-Band	Scapholunäres Band
DRUG	Distales Radioulnargelenk
TFCC	Triangular fibrocartilage complex
CRPS	Complex regional pain syndrome
p.a.	posterior anterior
DASH	Disabilities of the arm, shoulder and hand
AO	Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese
K-Draht	Kirschner-Draht
GW	Gelenkwinkel
BV	Begleitverletzung
vs.	versus
VAS	Visuelle Analog-Skala
kp	Kilopond

1. Einleitung

Die distale Radiusfraktur ist eine der häufigsten Frakturen des Menschen mit einer Inzidenz von 2-3 pro 1.000 Einwohner und Jahr [50]. Die bei diesen Frakturen auftretenden Begleitverletzungen wurden in der Vergangenheit vielfach unterschätzt und selten in die Behandlung einbezogen.

Obwohl diese Begleitverletzungen in den letzten Jahren zunehmend Beachtung fanden und verschiedene therapeutische Ansätze entwickelt wurden, liegen weder verlässliche Zahlen über die Häufigkeit dieser Läsionen noch über deren Auswirkungen auf das klinische Endergebnis vor.

Typische Begleitverletzungen distaler Radiusfrakturen sind die scapholunäre Bandläsion (SL-Dissoziation), Läsionen im distalen Radioulnargelenk (DRUG) und die Scaphoidfraktur.

Die scapholunäre Bandläsion ist eine Verletzung die als isolierte Verletzung, aber auch im Zusammenhang mit einer distalen Radiusfraktur auftreten kann. Sie wird häufig nicht oder nur verspätet diagnostiziert, absolute Zahlen über ihre Häufigkeit fehlen deshalb. Oft tritt nach dem Abklingen der akuten Symptomatik ein bis zu viele Jahre andauerndes beschwerdefreies Intervall auf, sodass eine adäquate Therapie unterbleibt. Die Folge nicht ausgeheilte Verletzungen ist eine zunehmende Instabilität des Karpus, die zum karpalen Kollaps und fortschreitender Arthrose des radioscapoidalen und mediokarpalen Gelenkkompartments führen kann [9, 89].

Das DRUG ist maßgeblich an der Unterarmdrehbewegung beteiligt. Einschränkungen dieser Bewegung werden von Patienten in der Regel gravierender empfunden als Einschränkungen der Extension und Flexion [86]. Aus diesem Grund hat eine Instabilität oder Begrenzung der Bewegungsausmaße im DRUG eine wesentliche Bedeutung für die Lebensqualität der Patienten. Frakturen des

Processus styloideus ulnae, des Ulnakopfes oder Schädigungen des sog. triangulären fibrocartilaginären Komplexes (TFCC) sind Verletzungen, die dieses Gelenk betreffen. Alle diese Verletzungen können auf Dauer Beschwerden im DRUG verursachen.

Die distale Radiusfraktur ist gelegentlich mit einer Scaphoidfraktur vergesellschaftet. Eine unverschobene Scaphoidfraktur kann leicht übersehen werden, insbesondere wenn gleichzeitig eine distale Radiusfraktur vorliegt, die den Blick des Untersuchenden auf sich lenkt. Daher kann die Kombination beider Frakturen dem Untersucher leicht entgehen und eine adäquate Versorgung zum rechtzeitigen Zeitpunkt unterbleiben. In der Folge kann es zu einer Scaphoidpseudarthrose kommen, die, analog zur SL-Dissoziation, zu einer radioscapoidalen Arthrose mit späteren Folgeveränderungen eines karpalen Kollaps führen kann.

In der vorliegenden Arbeit werden die funktionellen und radiologischen Ergebnisse einer retrospektiven vergleichenden Studie von Patienten mit knöchernen und ligamentären Begleitverletzungen bei distaler Radiusfraktur präsentiert. Dabei soll die Fragen beantwortet werden, ob diese Verletzungen bei operativ versorgten distale Radiusfrakturen das Behandlungsergebnis beeinflussen.

2. Material und Methoden

2.1. Patientenpopulation

Eingeschlossen in die Studie wurden alle Patienten, die im Zeitraum von 1995 bis 2002 in der Klinik für Unfallchirurgie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wegen einer distalen Radiusfraktur operativ versorgt wurden und nicht eines der folgenden Ausschlusskriterien erfüllten:

- gleichzeitige Fraktur der Gegenseite
- stattgehabte Fraktur der verletzten oder der kontralateralen Extremität
- Nachuntersuchungsintervall kürzer als 12 Monate
- relevante Begleiterkrankungen (vorbestehende Behinderung der gleichen oder der kontralateralen oberen Extremität), die die Beweglichkeit des Handgelenks einschränkten, aber nicht im Zusammenhang mit der distalen Radiusfraktur standen.

Das Ausschlußkriterium, einer bereits stattgehabten Fraktur der gleichen oder der kontralateralen Seite und das einer beidseitigen Fraktur, begründet sich darauf, dass diese Variablen das funktionelle Untersuchungsergebnis beeinflussen und zu verfälschten Daten führen könnten, da die Bewegungsausmaße im Vergleich zwischen operierter und der gesunder Seite erhoben wurden.

Ausgehend von der Tatsache, dass erst nach durchschnittlich 12 Monaten von einem endgültigen Ausheilungsergebnis ausgegangen werden kann, erfolgte die Nachuntersuchung mindestens 1 Jahr nach dem Unfall. Bereits vorhandene Begleiterkrankungen, die nicht im Zusammenhang mit der Fraktur standen und die objektive Beurteilung der Beweglichkeit des Handgelenkes beeinträchtigten, führten ebenfalls zum Ausschluss aus dem Patientenkollektiv der Studie.

2.2. Datenerhebung

Die Datenerhebung bestand aus der Auswertung vorhandener Ambulanz- und Krankenakten sowie aus einer klinischen und radiologischen Untersuchung.

Dabei wurden die Patienten, die vom 01.01.2002 bis 31.12.2002 verunfallten waren, prospektiv nach einem definierten Protokoll [92] beobachtet. Die Patienten die vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2001 verunfallten, waren nach demselben definierten Protokoll [92] von einer anderen Arbeitsgruppe prospektiv beobachtet worden. Auf diese Daten konnte ebenso zurückgegriffen werden, wie auf die Daten der Patienten der Jahre 1995 bis 1999, die für andere Studien retrospektiv nachuntersucht worden waren.

Als Endpunkte wurden das funktionelle und das radiologische Ergebnis definiert. Instrumente zur Bewertung der funktionellen Ergebnisse waren:

- der Score nach Gartland und Werley [23],
- der Score nach Castaing [11]
- der Fragebogen Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) der American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) in seiner autorisierten deutschen Version [26].

Die kompletten Instrumente sind dem Anhang (Tabelle I-III) zu entnehmen. Die radiologischen Parameter werden in den nächsten Abschnitten beschrieben.

2.2.1. Krankenakten/OP-Dokumentation

Aus den Krankenunterlagen wurden folgende Daten erhoben:

- Allgemeine demographische Daten (Name, Alter, Geschlecht, Frakturtyp und Seitenlokalisation)
- Behandlungsdaten (Unfalltag, OP-Zeitpunkt, Operateur, Versorgungsintervall und Behandlungsverfahren)

- Komplikationen

2.2.2. Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung beinhaltete die Befragung der Patienten bezüglich der subjektiven Einschätzung des Behandlungsergebnisses. Relevante Punkte waren die Beurteilung des Schmerzes, der Bewegungseinschränkung, der Einschränkungen des täglichen Lebens und die allgemein empfundene Schwäche der Hand. Hierzu sollten die Patienten ihre Symptome der Kategorie einer Skala von 0 bis 2 zuordnen (Bedeutung der Kategorien: 0=keine, 1=gelegentlich bzw. leicht und 2=ständig bzw. deutlich).

Es folgte eine Messung der Bewegungsausmaße des Handgelenkes nach der Neutral-0-Methode. Erfasst wurden die Handgelenksexension und -flexion, die Radialduktion und Ulnarduktion sowie die Pronations- und Supinationsbewegung beidseits. Des Weiteren wurden der Fingerkuppenhohlhandabstand und die Griffstärke bestimmt. Die Messung der Bewegungsausmaße wurde mit einem Winkelmesser, die Kraftmessung mit einem Dynamometer („My Gripper“, Ortopedia, Germany TM) durchgeführt. Die Werte wurden in Grad bzw. kp angegeben. Alle Messungen wurden drei Mal wiederholt, und aus den erhobenen Werten der Mittelwert gebildet. Dieser wurde sowohl für die betroffene, als auch für die gesunde Extremität bestimmt. Die Differenz zwischen beiden Seiten wurde ermittelt.

Anschließend wurde die verletzte Extremität gezielt nach Komplikationen untersucht. Dies beinhaltete die Prüfung der Motorik, Durchblutung und Sensibilität, das Vorhandensein eines Karpaltunnelsyndroms, einer Ruptur der Sehne des Musculus extensor pollicis longus und eines CRPS. Hierzu wurde die Motorik und Sensibilität insbesondere des Nervus medianus überprüft, das Hoffmann-Tinel-Zeichen getestet und die Extension und Abduktion

des Daumens untersucht. Die Patienten wurden nach Auffälligkeiten wie Kältegefühl und Kribbelparästhesien befragt. Bei Verdacht auf ein CRPS wurde die betroffene Seite auf Muskelatrophie, ödematöse Schwellung, Temperaturunterschied zur Gegenseite, Hautveränderungen und Hyperästhesien untersucht.

Abschließend wurde das DRUG auf Schmerzen und Bewegungseinschränkungen überprüft. Die Patienten wurden gebeten, den DASH-Fragebogen auszufüllen.

2.2.3. Radiologische Untersuchung

Als Standardaufnahmen wurden das Handgelenk im posterior anterioren (p. a.) und seitlichen Strahlengang abgebildet. Es wurden Aufnahmen der verletzten Extremität und bei Einverständniserklärung des Patienten auch Aufnahmen der Gegenseite angefertigt. Alle vorhandenen Aufnahmen wurden digitalisiert und in einer Datenbank archiviert.

Aus diesen Daten wurden die gebräuchlichen Längen- und Gelenkwinkelmaße bestimmt (Abb. 1). Dieses waren in der p.a. Aufnahme der Neigungswinkel der Radiusgelenkfläche (Radiusbasiswinkel), die Radiuslänge und der Ulnavorschub. Im seitlichen Strahlengang wurde die Palmarneigung der Gelenkfläche bestimmt. Auch eventuell vorhandene Gelenkstufen und Arthrosezeichen wurden ermittelt und vermerkt.

Folgende Begleitverletzungen wurden ebenfalls anhand der vorhandenen Röntgenbilder erfasst:

- gleichzeitige Ulnaschaftfrakturen
- Scaphoidfrakturen
- Scapholunäre Dissoziationen
- begleitende Läsionen im DRUG nach Einteilung von Fernandez und Jupiter (Abb. 2) [24].

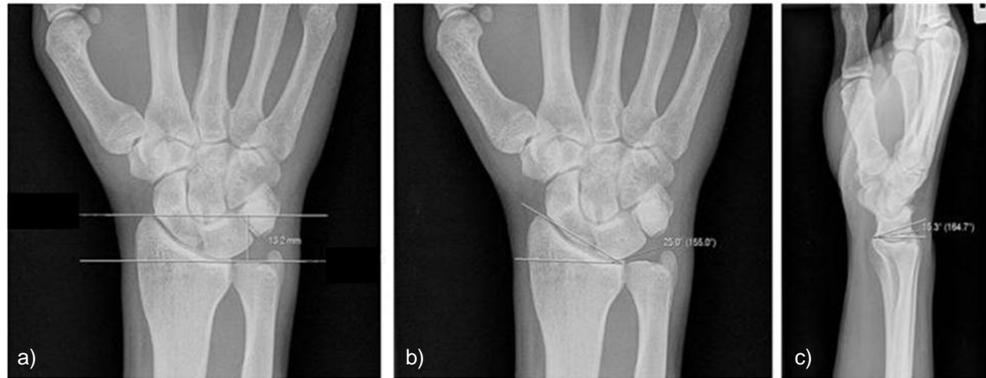


Abbildung 1: Bestimmung der Radiuslänge (a), des Radiusbasiswinkels (b) und des palmaren Neigungswinkels (c)

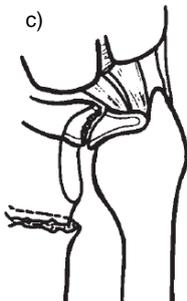
<p>a) </p> <p>b) </p>	<p>a) Typ IA: Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae</p> <p>b) Typ IB : stabile Fraktur des Ulnahalses</p>
<p>c) </p> <p>d) </p>	<p>c) Typ IIA: Zerreißung des TFCC und/oder palmarer und dorsaler Kapselanteile</p> <p>d) Typ IIB: basisnahe Abrissfraktur des Processus styloideus ulnae</p>
<p>e) </p> <p>f) </p>	<p>e) Typ IIIA: intraartikuläre Fraktur der Incisura ulnaris</p> <p>f) Typ IIIB: intraartikuläre Fraktur des Ulnakopfes</p>

Abbildung 2: Klassifikation der Verletzungen des DRUG nach Fernandez und Jupiter [24]

Alle funktionell und radiologisch erhobenen Daten, die für die Scores nach Gartland/Werley und Castaing relevant waren, wurden in einer Excel Datenbank zusammengefasst.

2.2.4. Bewertungsinstrumente

DASH

Der Fragebogen Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) wurde von der amerikanischen „Upper Extremity Collaborative Group“ der AAOS [2, 31, 32] 1997 entwickelt und ist ein international und national anerkanntes Instrument zur subjektiven Beurteilung von Behandlungsergebnissen der oberen Extremität. Er wurde hier in seiner deutschen Version verwendet, welche 1999 von German et al. [26] übersetzt und validiert wurde. Der Fragebogen umfasst insgesamt 30 Fragen und gliedert sich in zwei Abschnitte. Abschnitt A befasst sich mit Funktionen und Aktivitäten des täglichen Lebens. Abschnitt B dient der subjektiven Einschätzung vorhandener Symptome (Schmerzen, Kribbeln, Schwäche, Steifheit, Schlafstörungen und Einschränkungen des Selbstvertrauens). Die Berechnung nach der Formel:

$$\frac{\text{Summe der beantworteten Fragen} - \text{Anzahl der beantworteten Fragen}}{1,2}$$

wurde durchgeführt, wenn mindestens 27 der 30 Fragen beantwortet wurden. Der DASH hat sich als Messinstrument für Beeinträchtigungen der oberen Extremität als sinnvoll und zuverlässig erwiesen [92].

Score nach Gartland/Werley

Dieser Score wurde erstmals 1951 von Gartland und Werley [23] beschrieben. Er erfasst sowohl subjektive (Schmerz, Schwäche, Behinderungen), als auch objektive Daten (Flexion, Extension, Pro- und Supination, Radial- und Ulnardeviation, Faustschluss und Schmerzen im DRUG) der betroffenen Extremität. Des Weiteren fließen Komplikationen, wie Arthrose und Beeinträchtigungen des

Nervus medianus mit in die Bewertung ein. Den erhobenen Befunden werden Punkte zugeordnet. Insgesamt können maximal 37 Punkte erreicht werden. 0-2 Punkte bedeuten ein sehr gutes Ergebnis, 3-8 Punkte zeigen noch einen guten Behandlungserfolg. Bei einer Punktzahl von 9-20 ist von einem befriedigenden Ergebnis auszugehen und Punktwerte über 20 gehen mit einem schlechten Zustand einher. Ein Vergleich mit der Gegenseite ist nicht vorgesehen.

Score nach Castaing

Ein weiteres Bewertungsinstrument war der von Castaing et al. 1964 beschriebene Score [11]. Er gestaltet sich im Bezug auf die Erfassung subjektiver Daten ähnlich wie der Score nach Gartland/Werley. Es stehen die Kraft, die Beschwerden und die manuelle Tätigkeit im Vordergrund. Bei der Erfassung der objektiven Parameter unterscheidet er jedoch genauer bezüglich der jeweiligen Bewegungsausmaße als der Score nach Gartland und Werley. Auch werden hier die radiologischen Parameter (Dorsal- und Radialklippung, Arthrosezeichen, Ulnavorschub) in die Auswertung einbezogen. Insgesamt kann ein Punktwert von maximal 27 erreicht werden. Ein perfektes Ergebnis zeigt sich bei 0 Punkten. 1-5 Punkte bedeuten einen guten, 6-11 Punkte einen genügenden Behandlungserfolg. Mäßige Ergebnisse werden bei 12-15 Punkten erreicht, schlechte Ergebnisse bei 16-25 Punkten. Ab einem Wert oberhalb 25 spricht Castaing von einem sehr schlechten Behandlungsergebnis.

2.3. Statistische Auswertung

Zunächst erfolgte ein Vergleich der demographischen Daten (Alter, Geschlecht, Verfahren, betroffene Seite, Händigkeit, Frakturtyp, Nachuntersuchungsintervall) der nachuntersuchten mit denen der nicht nachuntersuchten Patienten. So sollte festgestellt werden, ob sich die beiden Gruppen unterscheiden. Für metrische Variablen

wurde hierbei der t-Test, für Häufigkeitsdaten der exakte Test von Fisher verwendet.

Im Anschluss daran wurden die nachuntersuchten Patienten in eine Gruppe mit und eine Gruppe ohne Begleitverletzungen unterteilt. Auch diese beiden Gruppen wurden entsprechend ihrer demographischen Daten auf Vergleichbarkeit überprüft.

Nach Ermittlung der Begleitverletzungen wurden die Werte in einer deskriptiven Statistik dargestellt. Dies diente dem Ziel, jene Begleitverletzungen herauszufiltern, die auf Grund ihrer Häufigkeit eine sinnvolle weiterführende Analyse zuließen. Für diese Begleitverletzungen sollte geprüft werden, ob sie Einfluss auf den Behandlungserfolg haben.

Als bestes Auswertungsmodell zur Analyse mehrerer Einflussfaktoren auf verschiedene abhängige Parameter bot sich hierbei eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA) an. Eine MANOVA untersucht in einem Gesamtmodell, welche unabhängigen Einflussgrößen (u. a. Begleitverletzungen) signifikant auf die abhängigen Parameter (Messwerte für funktionelle und radiologische Behandlungsergebnisse) wirken. Dabei gingen Geschlecht, Fraktur auf Seite der Händigkeit, OP-Verfahren, AO- und Fernandez-Klassifikation als feste Faktoren und das Alter der Patienten als Kovariable in das Modell ein. Gibt es hierbei Signifikanzen, kann dies genauer für die zu untersuchenden Parameter betrachtet werden. Selbst wenn nicht alle Daten einer Normalverteilung entsprechen, ist dieses Verfahren robust genug, um auch anderen Situationen zu genügen. Zudem wird hierbei das Problem umgangen, dass sich bei vielen einzelnen Tests zu je einer bestimmten Irrtumswahrscheinlichkeit der Gesamtfehler, der dabei auftreten würde, vergrößert.

3. Ergebnisse

3.1. Patienten

3.1.1. Demographische Daten

Im Zeitraum vom 01.07.1995 bis 31.12.2002 wurden in der Klinik für Unfallchirurgie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 580 Patienten mit 604 distalen Radiusfrakturen operativ versorgt. Die Verteilung der Patientenpopulation ist der Abbildung 3 zu entnehmen.

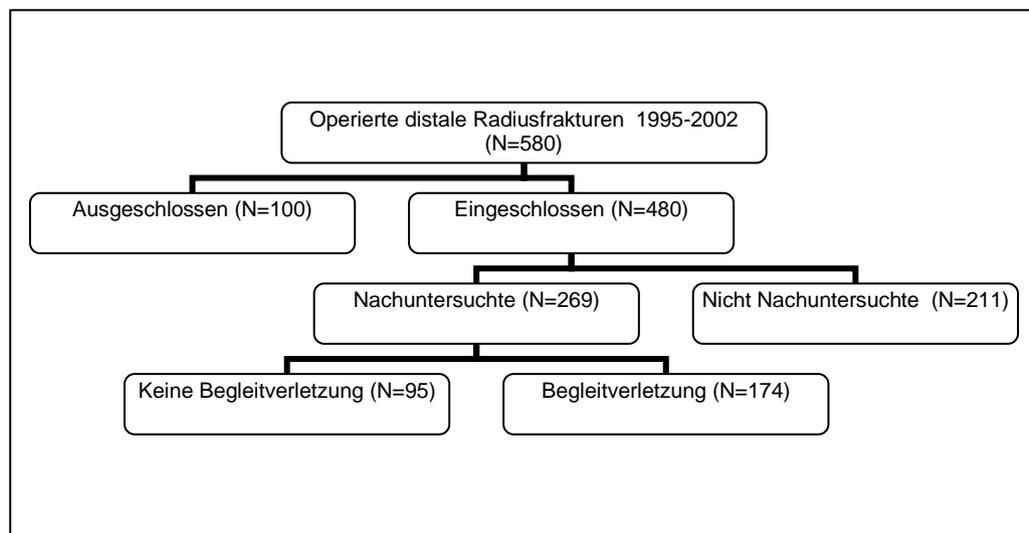


Abbildung 3: Verteilung der Patientenpopulation

Von diesen 580 Patienten wurden 100 Personen aufgrund verschiedener Gründe aus der Untersuchung ausgeschlossen. (Tabelle 1)

Damit verblieben 480 Patienten als Studienpopulation. Von diesen wurden 405 zu einer Nachuntersuchung eingeladen. 10 Patienten konnten aufgrund fehlender Daten nicht angeschrieben werden, bei 16 Patienten wurde aufgrund des hohen Lebensalters auf eine Einladung verzichtet. Bei weiteren 49 Patienten wurde aufgrund

territorialer Gründe (Wohnort >50km) von einer Nachuntersuchung abgesehen.

Tabelle 1: Ausgeschlossene Patienten (N=100)

Ausschlußkriterium	N
Beidseitige Fraktur operative Behandlung beidseits	24
Beidseitige Fraktur konservative Behandlung der Gegenseite	5
Frühere Fraktur der Gegenseite	33
gleichzeitige oder frühere relevante Verletzung der gleichen Extremität oder vorbestehende Behinderung der gleichen Extremität aus anderen Gründen	22
gleichzeitige oder frühere relevante Verletzung der gegenseitigen Extremität oder vorbestehende Behinderung der gegenseitigen Extremität aus anderen Gründen	12
Mehrere Gründe	4

Von den 405 eingeladenen Patienten wurde bei 4 mitgeteilt, dass sie verstorben sind. Somit ist davon auszugehen, dass 401 Patienten eine Einladung erhalten haben. Von diesen erschienen 275 Patienten zur Nachuntersuchung, 5 sagten telefonisch ab und 121 Patienten nahmen ohne Rückmeldung nicht an der Nachuntersuchung teil. Bei 6 der 275 nachuntersuchten Patienten fehlten aussagekräftige Röntgenbilder für die Beurteilung der Begleitverletzungen, so dass diese als nicht nachuntersucht gewertet wurden. Damit verblieben 269 von 480 Patienten für die Datenauswertung (56,0%).

Die demografischen Daten der gesamten Studienpopulation und der nachuntersuchten Patienten sind der Tabelle 2, die Verteilung der Frakturtypen nach der AO-Klassifikation ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 2: Demographische Daten der gesamten Studienpopulation und der nachuntersuchten Patienten

	Studienpopulation		Nicht Nachuntersuchte		Nachuntersuchte	
	N (480)	%	N (211)	%	N (269)	%
Alter (Jahre)*	57±18	-	55±20	-	58±16	-
Nachuntersuchungsintervall (m)	18±8	-	-	-	18±8	-
Männer	150	31,2	73	34,6	77	28,6
Frauen	330	68,8	138	65,4	192	71,4
Rechte Seite betroffen	221	46,0	92	43,6	129	48,0
Linke Seite betroffen	259	54,0	119	56,4	140	52,0
Rechtshänder	261	54,5	-	-	250	92,9
Linkshänder	20	4,2	-	-	19	7,1
Zusatzverfahren	233	48,5	107	50,7	126	46,8
Verfahrenswechsel	15	3,1	5	2,4	10	3,7

* Signifikanter Unterschied zwischen den nachuntersuchten und nicht nachuntersuchten Patienten (Siehe Text Abschnitt Statistik)

Tabelle 3: Verteilung der Frakturtypen nach AO Klassifikation der gesamten Studienpopulation und der nachuntersuchten Patienten

Frakturtyp*	Studienpopulation		Nicht Nachuntersuchte		Nachuntersuchte	
	N (480)	%	N (211)	%	N (269)	%
A1	0	0	0	0	0	0
A2	8	1,7	7	3,3	1	0,4
A3	182	37,9	69	32,7	113	42,0
B1	11	2,3	8	3,8	3	1,1
B2	9	1,9	4	1,9	5	1,9
B3	37	7,7	17	8,1	20	7,4
C1	40	8,3	23	10,9	17	6,3
C2	139	28,9	48	22,7	91	33,8
C3	33	6,9	18	8,5	15	5,6
nicht klassifizierbar	21	4,4	17	8,1	4	1,5
Gesamt	480	100	211	100	269	100

* Signifikanter Unterschied zwischen den nachuntersuchten und nicht nachuntersuchten Patienten (Siehe Text Abschnitt Statistik)

Während der Nachuntersuchung wurden die Patienten bezüglich der Behandlungsbedürftigkeit nach OP befragt. Diese beinhaltete sowohl die ärztliche als auch physiotherapeutische Betreuung. Die mittlere Behandlungszeit lag hierbei bei $11,1 \pm 7,9$ Wochen.

3.1.2. Behandlungsdaten

Primär wurde nach radiologischer Diagnosesicherung eine geschlossene Reposition in Bruchspaltanästhesie im Aushang durchgeführt. Danach erfolgte die Anlage einer dorsoradialen Unterarmgipsschiene. Entsprechend dem Schwellungszustand wurde der Zeitpunkt für die operative Versorgung festgelegt. War eine sofortige Operation nicht möglich, erfolgte die Durchführung von abschwellenden Maßnahmen (Hochlagerung und lokale Kälteapplikation).

Bei 460 Patienten (95,8%) wurde bereits anhand des Unfallröntgenbildes die Indikation zur operativen Versorgung gestellt. Bei den verbleibenden 20 Patienten (4,2%) ergab sich die Indikation in der Regel aus einer zunehmenden Dislokation während der konservativen Behandlung. Innerhalb der ersten vierzehn Tage konnten 460 Patienten (95,8%) operativ versorgt werden. Bei 20 (4,2%) Frakturen kam es nach primär konservativer Behandlung zu einer Redislokation, so dass die sekundäre Indikation zur Operation gestellt wurde.

Die Tabelle 4 zeigt die Verteilung der OP-Verfahren. Zu Beginn des Beobachtungszeitraumes wurde vorwiegend die Behandlung mit dem Fixateur externe vorgenommen. Im Rahmen der Weiterentwicklung von Implantaten kam es im Verlauf zur vermehrten Anwendung der Plattenosteosynthese, zuerst von dorsal und mit dem Aufkommen der winkelstabilen Implantate zunehmend von palmar.

Bei 233 Patienten (48,5%) war ein Zusatzverfahren notwendig. Kirschner-Drähte sowie zusätzliche Schrauben wurden 167 mal

(34,8%) verwendet. Außerdem mussten 54 (11,2%) Knochenersatzstoffe implantiert werden. Hierbei kam 15 mal (3,1%) eine autologe Spongiosaplastik und 39 mal (8,1%) ein künstlicher Knochenersatzstoff (Endobon) zum Einsatz. Begleitende Frakturen der Ulna wurden mittels Kirschner-Drähten 6 mal (1,3%) und Bündelnägeln 6 mal (1,3%) versorgt. Bei 15 Frakturen (3,1%) war im weiteren Verlauf ein Verfahrenswechsel notwendig.

Tabelle 4: Verteilung der OP-Verfahren in der Studienpopulation und bei den nachuntersuchten Patienten

OP-Verfahren*	Studienpopulation		Nicht Nachuntersuchte		Nachuntersuchte	
	N (480)	%	N (211)	%	N (269)	%
Palmare Plattenosteosynthese	199	41,5	80	37,9	120	44,6
Dorsale Plattenosteosynthese	85	17,7	26	12,4	58	21,6
Fixateur externe	177	36,8	94	44,5	83	30,9
K-Draht- und/oder Schraubenosteosynthese	19	4,0	11	5,2	8	2,9
Gesamt	480	100	211	100	269	100

* Signifikanter Unterschied zwischen den nachuntersuchten und nicht nachuntersuchten Patienten (Siehe Text Abschnitt Statistik)

3.1.3. Begleitverletzungen

Die im Zusammenhang mit distalen Radiusfrakturen auftretenden Begleitverletzungen wurden anhand der Röntgenbilder analysiert (Abb. 4). Hierbei wurden die in Tabelle 5 dargestellten Läsionen beobachtet. Die Verletzung nach Fernandez IIA ist ein Abriss des TFCC an der Incisura ulnaris des Radius. Sie ist nativ radiologisch nur indirekt an einer radioulnaren Dissoziation, also einer unfallbedingten Luxation des Ulnakopfes, zu erkennen. Eine exakte Diagnose ist nur arthroskopisch zu erheben. Da im Untersuchungszeitraum keine systematischen Handgelenksarthroskopien durchgeführt wurden, ist eine exakte Bestimmung dieser Läsionen nicht möglich, so dass diese

Verletzungen nicht ausgewertet wurden. Die intraartikuläre Fraktur der Incisura ulnaris (Fernandez IIIA), welche nicht beobachtet wurde, ist jedoch wahrscheinlich vorgekommen. Dies ist dadurch zu erklären, dass diese Verletzung nativ radiologisch sehr schwer zu erkennen und nur anhand einer computertomographischen Untersuchung zu objektivieren ist.



Abbildung 4: Röntgenbilder der erfassten Begleitverletzungen (Scaphoidfraktur (a), SL-Dissoziation (b), distale Ulnafraktur (c), distale Fraktur des Proc. styloideus ulnae (d), stabile Fraktur des Ulnahalses (e), proximale Fraktur des Proc. styloideus ulnae (f), Trümmerfraktur des Ulnakopfes (g))

Tabelle 5: Verteilung der Begleitverletzungen in der Studienpopulation und bei den nachuntersuchten Patienten

Begleitverletzung	Studienpopulation		Nachuntersuchte	
	N	%	N	%
Scaphoidfraktur	2	0,4	2	0,7
Scapholunäre Dissoziation	8	1,7	8	3,0
Distale Ulnaschaftfraktur	12	2,5	12	4,5
Fernandez IA	109	22,7	103	38,3
Fernandez IB	7	1,5	6	2,2
Fernandez IIA	nicht erfasst	0	nicht erfasst	0
Fernandez IIB	41	8,5	39	14,5
Fernandez IIIA	nicht erfasst	0	nicht erfasst	0
Fernandez IIIB	5	1,0	4	1,5
Keine Begleitverletzung	296	61,7	95	35,3
Gesamt	480	100	269	100

3.2. Nachuntersuchungsergebnisse

3.2.1. Funktionelle Ergebnisse

Parameter zur Beurteilung der Funktion sind die gemessenen Werte für die Bewegungsausmaße und die Griffstärke. Außerdem erfassen die gebräuchlichen Scores nach Gartland/Werley und Castaing und der Fragebogen DASH die Funktion.

Die Tabelle 6 zeigt die Bewegungsdefizite zwischen gesunder und verletzter Extremität, sowie den Kraftverlust auf der verletzten Seite bei Patienten mit und ohne Begleitverletzungen.

Die stärksten Bewegungseinschränkungen finden sich dabei bei Patienten mit SL-Dissoziationen, distalen Ulnafrakturen und Patienten mit einer DRUG-Läsion Typ Fernandez 1B. Am stärksten waren die Extension, die Radialduktion und die Supination beeinträchtigt. Die Kraft war am stärksten bei Patienten mit SL-Dissoziationen und Scaphoidfrakturen beeinträchtigt.

Tabelle 6: Bewegungsdefizite bei Patienten mit und ohne Begleitverletzung (Differenz gesunde und verletzte Seite, Mittelwerte und Standardabweichung)

	Keine BV (N=95)	Scaphoid fx. (N=2)	SLD (N=8)	dist. Ulnafx. (N=12)	Fer IA (N=103)	Fer IB (N=6)	Fer IIB (N=39)	Fer IIIB (N=4)
Extension	8,2 ± 9,9	7,5 ± 17,7	10,0 ± 19,1	7,5 ± 13,9	9,7 ± 11,0	15,8 ± 14,3	6,8 ± 12,7	25,0 ± 19,6
Flexion	12,6 ± 11,2	10,0 ± 0,0	11,9 ± 14,4	11,3 ± 11,3	10,4 ± 10,9	9,2 ± 12,8	8,3 ± 8,3	5,0 ± 13,5
Radialduktion	3,6 ± 6,5	0,0 ± 0,0	6,9 ± 11,3	3,3 ± 7,5	2,8 ± 6,0	10,0 ± 9,5	2,7 ± 6,4	5,0 ± 7,1
Ulnarduktion	5,7 ± 9,9	7,5 ± 3,5	6,9 ± 9,6	3,8 ± 7,1	4,8 ± 7,7	8,3 ± 9,8	5,7 ± 8,4	15,0 ± 19,1
Pronation	1,5 ± 4,3	0,0 ± 0,0	8,8 ± 21,0	5,8 ± 10,0	2,6 ± 8,0	8,3 ± 13,3	1,4 ± 4,0	1,3 ± 2,5
Supination	1,8 ± 5,9	0,0 ± 0,0	13,8 ± 31,6	14,2 ± 22,3	3,1 ± 10,5	18,3 ± 32,5	2,6 ± 4,9	13,8 ± 21,4
Griffstärke	5,6 ± 6,8	9,5 ± 14,8	12,0 ± 16,1	5,2 ± 6,6	4,1 ± 5,6	6,5 ± 4,4	4,2 ± 6,4	5,0 ± 13,9

Die Punktwerte für die Scores sind der Tabelle 7 zu entnehmen. Eine entsprechende Ergebnisbewertung der Scoresysteme zeigen die Tabellen 8 und 9.

Tabelle 7: Punktwerte der Scores bei Patienten mit und ohne Begleitverletzung (Mittelwerte)

	Keine BV (N=95)	Scaphoidfx. (N=2)	SLD (N=8)	dist. Ulnafx. (N=12)	Fer IA (N=103)	Fer IB (N=6)	Fer IIB (N=39)	Fer IIIB (N=4)
Gartland/Werley	7	11	11	9	8	9	7	5
Castaing	6	8	8	7	6	6	5	2
DASH	16	26	27	22	18	20	15	19

Tabelle 8: Häufigkeiten der Bewertungen des Gartland/Werley-Score

	Keine BV (N=95)	Scaphoidfx. (N=2)	SLD (N=8)	dist. Ulnafx. (N=12)	Fer IA (N=103)	Fer IB (N=6)	Fer IIB (N=39)	Fer IIIB (N=4)
Sehr gut	14	0	0	0	2	1	1	1
Gut	48	1	4	7	64	2	23	1
befriedigend	27	1	3	4	32	3	14	1
schlecht	0	0	1	1	1	0	0	0
Nicht bewertet	6	0	0	0	4	0	1	1

Tabelle 9: Häufigkeiten der Bewertungen des Castaing-Score

	Keine BV (N=95)	Scaphoidfx. (N=2)	SLD (N=8)	dist. Ulnafx. (N=12)	Fer IA (N=103)	Fer IB (N=6)	Fer IIB (N=39)	Fer IIIB (N=4)
Sehr gut	3	0	0	0	3	1	4	1
Gut	47	0	5	4	50	2	21	2
befriedigend	39	2	3	7	45	3	13	0
schlecht	0	0	0	1	1	0	0	0
Nicht bewertet	6	0	0	0	4	0	1	1

Hier zeigt sich bei der Gruppe ohne Begleitverletzungen ein hoher Anteil sehr guter und guter Ergebnisse. Hingegen sind in den Gruppen der Begleitverletzungen Fernandez 1A und 2B überwiegend nur gute bis befriedigende Resultate zu verzeichnen. Dies trifft sowohl für den Score nach Gartland/Werley als auch für den Castaing-Score zu.

Der DASH zeigt bei Patienten ohne Begleitverletzungen ähnliche Werte wie für die Gruppen Fernandez 1A und 2B. Die Werte der restlichen Gruppen sind im Vergleich dazu schlechter.

3.2.2. Radiologische Ergebnisse

In Tabelle 10 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der radiologischen Parameter des verletzten Handgelenkes dargestellt. Hierbei wurde auf den Vergleich zwischen verletzter und gesunder Seite verzichtet, da nur bei Einverständnis der Patienten die Gegenseite geröntgt wurde und aufgrund der geringen Häufigkeit keine adäquate Aussage getroffen werden kann.

Tabelle 10: Radiologische Ergebnisse bei Patienten mit und ohne Begleitverletzung (Mittelwerte und Standardabweichung der verletzten Seite)

	Keine BV (N=95)	Scaphoid fx. (N=2)	SLD (N=8)	dist. Ulnafx. (N=12)	Fer IA (N=103)	Fer IB (N=6)	Fer IIB (N=39)	Fer IIIB (N=4)
GW a.p.	23,8 ± 4,6	18,5 ± 9,2	21,3 ± 4,1	24,6 ± 3,2	22,9 ± 4,5	25,7 ± 2,7	23,8 ± 5,0	27,7 ± 3,5
GW seitlich	0,3 ± 11,7	8,0 ± 5,7	-3,1 ± 10,8	-3,8 ± 10,0	3,1 ± 10,6	-3,8 ± 11,5	-2,1 ± 12,2	-5,0 ± 10,4
Ulnavorschub	1,4 ± 2,3	3,8 ± 0,2	1,1 ± 1,8	1,9 ± 2,9	2,3 ± 2,5	0,6 ± 1,8	1,6 ± 2,5	1,3 ± 3,2
Radiuslänge	12,3 ± 2,9	10,9 ± 4,3	11,5 ± 2,7	12,1 ± 2,9	11,5 ± 2,7	12,2 ± 0,8	11,9 ± 2,9	14,5 ± 0,9

Es finden sich, mit Ausnahme der Gruppe der Scaphoidfrakturen, die größten Abweichungen bei den seitlichen Gelenkwinkeln. Die weiteren radiologischen Parameter zeigen keine wesentlichen Schwankungen in den Vergleichsgruppen.

3.3.Statistische Auswertung

Die Ergebnisse des Vergleichs der demographischen Daten der nachuntersuchten und der nicht nachuntersuchten Patienten sind der Tabelle 11 zu entnehmen. Hier zeigten sich signifikante Unterschiede bezüglich des Alters und der OP-Verfahren der Patienten.

Tabelle 11: Vergleich der demographischen Daten der nachuntersuchten mit den nicht nachuntersuchten Patienten

Einflussfaktoren	Prüfgröße	p
Alter	T= -1,978	0,049
Nachuntersuchungsintervall	T= 1,314	0,244
Geschlecht	$\chi^2= 1,957$	0,166
Seite	$\chi^2= 0,902$	0,357
Händigkeit	$\chi^2= 0,000$	1,000
OP-Verfahren	$\chi^2= 20,833$	<0,001
Frakturtyp	$\chi^2= 2,137$	0,345

Die Gruppe der nicht nachuntersuchten Patienten zeigt einen deutlich höheren Anteil an Versorgungen mittels Fixateur externe mit 44,5% im Vergleich zur Gruppe der nachuntersuchten mit 30,9%. Im Gegensatz dazu hat hier die Plattenosteosynthese mit 44,6% palmaren Platten und 21,6% dorsalen Platten einen größeren Anteil als bei den nicht nachuntersuchten Patienten mit 37,9% (palmar) bzw. 12,4% (dorsal).

Das Alter der nicht nachuntersuchten Patienten (55 ± 20) ist im Vergleich zur anderen Gruppe (58 ± 16) sowie der gesamten Studienpopulation (57 ± 18) geringer und zeigt eine größere Schwankungsbreite.

Die Gruppe der Nachuntersuchten zeigt bezüglich Patienten mit und ohne Begleitverletzungen signifikante Unterschiede beim Frakturtyp, der Verfahrenswahl und dem Nachuntersuchungsintervall. Entsprechende Ergebnisse zeigt die Tabelle 12.

Tabelle 12: Vergleich der demographischen Daten der nachuntersuchten Patienten mit und ohne Begleitverletzung

Einflussfaktoren	Prüfgröße	p
Alter	T= -0,311	0,756
Nachuntersuchungsintervall	T= -2,792	0,006
Geschlecht	$\chi^2= 1,270$	0,284
Seite	$\chi^2= 1,907$	0,182
Händigkeit	$\chi^2= 0,634$	0,488
OP-Verfahren	$\chi^2= 23,697$	<0,001
Frakturtyp	$\chi^2= 6,795$	0,034

Hierbei zeigt die Gruppe mit Begleitverletzungen einen höheren Anteil (49,1%) an C-Frakturen im Vergleich zu den Patienten ohne Begleitverletzungen (40,1%). Im Gegensatz dazu ist jedoch bei dieser Gruppe der Anteil an B-Frakturen mit 15,9% höher als bei der Gruppe mit Begleitverletzungen mit 6,7%.

Bei den verwendeten Osteosyntheseverfahren ist eine größere Anzahl Fixateur externe (38,7%) in der Gruppe mit Begleitverletzung zu verzeichnen. In der Vergleichsgruppe sind nur 18,7% Fixateur externe zu finden. Jedoch ist hierbei der Anteil an dorsalen Platten mit 31,8% mehr als doppelt so groß wie in der Gruppe mit Begleitverletzungen (13,1%).

Das durchschnittliche Nachuntersuchungsintervall bei der Gruppe mit Begleitverletzungen lag mit 19,2 Monaten über dem der Vergleichsgruppe mit 16,8 Monaten.

Nach Analyse der deskriptiven Statistiken fiel auf, dass Berechnungen mit dem Ziel signifikanter Aussagen nur für die Gruppen ohne Begleitverletzungen, mit Begleitverletzung Typ Fernandez IA und IIB möglich waren. Bei allen anderen Gruppen war aufgrund der geringen Fallzahlen keine derartige Aussage möglich.

Da mehrere Ergebnisparameter (funktionelle und radiologische Ergebnisse) betrachtet wurden, bot sich ein zusammenfassendes

Modell an, welches die Parameter gleichzeitig berücksichtigte. Hierfür eignete sich die multivariate Varianzanalyse am besten.

Die berechneten multivariaten Varianzanalysen für die funktionellen und radiologischen Ergebnisse inkl. der Tests der einzelnen Zwischensubjekteffekte sind dem Anhang (Tabelle IV und V) zu entnehmen. In der Tabelle 13 sind die zusammengefassten Ergebnisse der MANOVA im Überblick dargestellt. Bei den Bewegungsausmaßen wiesen Geschlecht und Seitenlokalisierung eine Signifikanz auf. Signifikanten Einfluss auf die radiologischen Parameter sowie die Scores hatte lediglich das OP-Verfahren. Das Alter spielte hierbei tendenziell eine Rolle ($p_{\text{Rad}}=0,104$ und $p_{\text{Scores}}=0,82$).

Die untersuchten Begleitverletzungen (Fernandez IA und IIB) hatten keinen Einfluss auf das Ergebnis.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse der MANOVA („x“ signifikanter Einfluss der Variable auf den funktionellen oder radiologischen Parameter, „o“ Tendenzen für signifikanten Einfluss der Variable auf den funktionellen oder radiologischen Parameter)

	Alter	Geschlecht	Fraktur- typ	Seitenloka- lisation	OP- Verfahren	Fernandez
Extension				x		
Flexion						
Radialduktion				x		
Ulnarduktion						
Pronation						
Supination						
Griffstärke		x				
Gartland/Werley (Punkte)	o					
Castaing (Punkte)	o				x	
DASH (Punkte)						
Gelenkwinkel p. a.						
Gelenkwinkel seitlich	o				x	
Ulnavorschub						
Radiuslänge						

Seitenlokalisation bedeutet hier: Fraktur auf der Seite der Gebrauchshand oder nicht.

4. Diskussion

Die distale Radiusfraktur gehört zu den häufigsten Frakturen [50], und, infolge der demographischen Entwicklung der Bevölkerung, insbesondere auch des alten Menschen. Eine optimale Wiederherstellung der Funktion der Hand bzw. des Handgelenkes ist in jedem Alter von entscheidender Bedeutung. In den letzten Jahren hat sich ein stärkerer Wandel in den Behandlungsmethoden vollzogen, um dem Funktionsanspruch der Hand gerecht zu werden. Aufgrund der Entwicklung neuer Implantate und Operationsverfahren, sowie eines besseren Ergebnisses und kürzerer Behandlungszeiten ist eine vermehrte operative Versorgung der distalen Radiusfraktur zu verzeichnen.

Brüche der körperfernen Speiche dürfen jedoch nicht isoliert betrachtet werden, da sie zusammen mit dem Karpus und dem ulnaren Anteil des Handgelenkes eine funktionelle Einheit darstellen. Erst seit kurzem jedoch finden die damit häufig auftretenden ligamentären und knöchernen Begleitverletzungen Beachtung. Es ist davon auszugehen, dass zwei Drittel aller Radiusfrakturen von Zusatzverletzungen des Karpus begleitet sind [38, 59, 56]. Die Häufigkeitsangaben relevanter Verletzungen in der Literatur schwanken hierbei zwischen 30% und 70% [25, 81]. Diese Schwankungen sind zum einen durch unterschiedliche Diagnostikmethoden (Röntgen, Magnetresonanztomographie, Arthroskopie) und zum anderen durch die unterschiedliche Auswahl der Frakturen in den jeweiligen Studien zu erklären.

Nur rund die Hälfte dieser Läsionen hat jedoch klinische Relevanz und bedarf einer entsprechenden Therapie [38, 59, 25, 19, 78]. Trotz vielfältiger Behandlungsmöglichkeiten herrscht weiterhin Uneinigkeit in der Art und Notwendigkeit der Therapie. Die häufigsten Begleitverletzungen betreffen das DRUG, gefolgt von der scapholunäre Bandläsion und den Scaphoidfrakturen.

Entsprechende Langzeitergebnisse, die die Relevanz der jeweiligen Begleitverletzung widerspiegeln liegen noch nicht vor. Daher fällt es schwer eine Aussage darüber zu treffen, welchen Einfluss diese Verletzungen auf das Behandlungsergebnis haben bzw. ob und zu welchem Zeitpunkt überhaupt die Notwendigkeit einer operativen Versorgung der jeweiligen Begleitverletzung besteht.

Ziel der hier vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss der im Zusammenhang mit einer distalen Radiusfraktur auftretenden Begleitverletzungen auf das subjektive und objektive Behandlungsergebnis zu ermitteln.

4.1. Scaphoidfraktur

Die Scaphoidfraktur tritt bei einer distalen Radiusfraktur eher selten als Begleitverletzung auf. Die kombinierte Fraktur aus distaler Radiusfraktur und ipsilateraler Scaphoidfraktur ist häufig das Resultat von Hochrasanztraumen. Sie betreffen vorwiegend Verkehrsunfälle und Stürze aus großer Höhe [84, 75, 33, 49, 6, 80]. Die Angaben in der Literatur schwanken hierbei zwischen 0,7% und 6,5% [30, 75, 83, 22, 63] bezogen auf alle Radiusfrakturen. In der eigenen Untersuchung ist die Inzidenz mit 0,7% vergleichbar mit anderen Studien. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Dunkelziffer an Scaphoidfrakturen vermutlich höher ist. Dies ist dadurch bedingt, dass undislozierte Scaphoidfrakturen sich teilweise der nativradiologischen Diagnostik entziehen.

Die Ergebnisse der Patienten in der eigenen Untersuchung zeigten befriedigende bis gute objektive und subjektive Ergebnisse. Dies ähnelt anderen vergleichbaren Studien in der Literatur [12, 51, 83, 63]. Oskam et al. [51] konnten bei 23 konservativ behandelten Patienten 18 gute, 4 befriedigende und ein schlechtes Ergebnisse verzeichnen. Vergleichbare Resultate hatten auch Tountas und Waddell [83] und Chang et al. [12] mit vorwiegend guten und befriedigenden Behandlungsergebnissen.

Es muss jedoch festgehalten werden, dass in all diesen Studien lediglich das Gesamtergebnis untersucht wurde. Inwieweit hierbei die Scaphoidfraktur unabhängig von der Radiusfraktur das Behandlungsergebnis beeinflusste bleibt unklar. Auch in der eigenen Patientenpopulation war aufgrund der niedrigen Fallzahl keine statistisch signifikante Aussage zum Einfluss der Scaphoidfraktur als Begleitverletzung im Vergleich mit der Gruppe ohne Begleitverletzung möglich.

Aufgrund der geringen Inzidenz dieser Begleiterscheinung ist das Behandlungskonzept sehr vielschichtig. Ein Konsens über das optimale Behandlungsmanagement besteht nicht. Es kann variieren zwischen geschlossener Reposition und Gipsruhigstellung beider Frakturen bis hin zur offenen Reposition und internen Stabilisierung mit Knochenübertragung.

Einige Autoren konnten gute Ergebnisse nach konservativer Behandlung dieser kombinierten Verletzungen zeigen [51, 30, 75, 87, 83]. Oskam et al. [51] beschreiben in ihrer Untersuchung eine vollständige Heilung sämtlicher Scaphoidfrakturen bei konservativer Gipsruhigstellung beider Frakturen. Auch in der Arbeit von Smith et al. [75] mit 9 Patienten mit einer Kombinationsverletzung und in der Untersuchung von Hove [30] mit 12 Patienten, welche konservativ behandelt wurden, fanden sich keine funktionellen Einschränkungen oder subjektiven Beschwerden. Tountas und Waddell [83] fanden bei konservativer Therapie mit einer Immobilisierung im Scaphoidgips zwischen 6 und 20 Wochen eine vollständige Ausheilung der Frakturen ohne Pseudarthrosenbildung. Diese Autoren propagieren, dass die distale Radiusfraktur der ausschlaggebende Faktor für das Behandlungsergebnis ist und daher das Behandlungsregime bestimmen sollte. Bei näherer Betrachtung der Daten fällt jedoch auf, dass die Mehrzahl der distalen Radiusfrakturen extraartikulär, gering oder undisloziert und die Scaphoidfrakturen komplett undisloziert

waren. Die Zielgrößen waren in den zitierten Arbeiten nicht exakt definiert

Studien, die ein operatives Vorgehen favorisieren, beschreiben in ihren Untersuchungen intraartikuläre distale Radiusfrakturen mit zum Teil dislozierten Scaphoidfrakturen [84, 58, 55, 63, 73]. Die Stabilisierung der Scaphoidfraktur erfolgt in der Regel durch Herbert-Schraube. Für die Versorgung der Radiusfraktur stehen vielfältige Möglichkeiten zur Verfügung. Der Vorteil in der operativen Behandlungsstrategie liegt ganz klar in der frühzeitigeren Mobilisierung und Rehabilitation des Handgelenkes. Rutgers et al. [63] beschreiben in einer retrospektiven Studie von 10 Patienten die Resultate nach operativer Stabilisierung. Sie konnten zeigen, dass durch eine frühe interne Stabilisierung beider Frakturen mit frühzeitiger Rehabilitation ein erfolgreiches Ergebnis mit geringer Inzidenz an Komplikationen resultiert. Ähnliche Ergebnisse fanden auch Richards et al. [58] und Jenkins und Jones [33] welche eine operative Versorgung beider Frakturen favorisieren. Auch diese Autoren vertreten den Standpunkt, dass die distale Radiusfraktur die wesentliche Rolle in der Behandlung und im Behandlungsergebnis der Kombinationsverletzung spielt.

Insgesamt erfolgt die Behandlung der Scaphoidfraktur aktuell zum größten Teil operativ. Der Einfluss dieser Verletzung auf das Behandlungsergebnis bei gleichzeitig auftretender distaler Radiusfraktur ist sowohl im eigenen Patientengut als auch in der Literatur jedoch weiterhin unklar.

Einigkeit herrscht darüber, dass unerkannte und unbehandelte Scaphoidfrakturen in einer Avaskularität des proximalen Pols oder Pseudarthrose münden können, was zu einem scaphoid nonunion advanced collapse des Handgelenkes (SNAC-Wrist) führen kann, der erhebliche Beeinträchtigungen mit sich bringt.

4.2. Scapholunäre Dissoziation

Die scapholunäre Dissoziation (SLD) ist eine karpale Bandverletzung, die einzeln, aber auch in Kombination mit einer distalen Radiusfraktur auftreten kann.

Der Schweregrad der scapholunäre Bandverletzung kann in 3 Stadien eingeteilt werden. Im Stadium 1 zeigt sich eine isolierte Ruptur des interossären scapholunären Bandes ohne nachweisbare Instabilität. Das Stadium 2 zeigt eine komplette Ruptur des SL-Bandes mit dynamischer Instabilität. Im Stadium 3 ist eine Totalruptur des SL-Bandes mit statischer Instabilität zu verzeichnen [67, 66].

Es ist davon auszugehen, dass die Häufigkeit einer SLD bei distaler Radiusfraktur größer ist als allgemein angenommen [59, 25, 46]. Durch die doch zum Teil sehr schwierige Diagnosestellung schwanken die Angaben in der Literatur. Hierbei finden sich, abhängig von der Art der Diagnostik, bei intraartikulären Radiusfrakturen Häufigkeiten zwischen 7,4 % und 69 % [67, 61].

Im eigenen Patientengut liegt das Vorhandensein einer SL-Dissoziation mit 3% deutlich unter den Angaben in der Literatur. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zur Detektion dieser Verletzung lediglich Röntgenbilder zur Verfügung standen. Es ist also anzunehmen, dass der Anteil an scapholunären Dissoziationen auch in den eigenen Untersuchungen höher liegt. Dies wäre jedoch nur durch andere diagnostische Verfahren nachweisbar gewesen, die routinemäßig im Untersuchungszeitraum nicht durchgeführt wurden.

In den eigenen Untersuchungen fanden sich gute bis befriedigende subjektive und objektive Ergebnisse. Eine signifikante statistische Aussage bezüglich des Einflusses der SL-Dissoziation auf das Behandlungsergebnisse war aufgrund der geringen Fallzahl auch hier nicht möglich. Auch in der Literatur finden sich hierzu keine detaillierten Untersuchungen welchen den direkten Einfluss der SL-

Dissoziation auf das Behandlungsergebnis bei distalen Radiusfrakturen widerspiegeln. Verschiedene Autoren konnten lediglich zeigen, dass Patienten mit okkulten scapholunären Dissoziationen im Langzeitverlauf über Schmerzen klagten [71, 21].

Möglichkeiten zur Feststellung dieser karpalen Begleitverletzung sind das Röntgen (inkl. Funktionsaufnahmen), die CT-Arthrographie, die Magnetresonanztomographie sowie die Arthroskopie.

Verschiedene indirekte radiologische Zeichen sind wegweisend für eine Verletzung des SL-Bandes. Ein intraartikulärer sagittaler Bruchverlauf des distalen Radius in Projektion auf den SL-Spalt, eine scapholunäre Distanz von mehr als 2 Millimeter („Terry-Thomas-Zeichen“) sowie ein größer als 70° betragender scapholunärer Winkel können auf eine scapholunäre Dissoziation hinweisen [46]. Weitere Hinweise können eine DISI- (dorsal intercalated segmental instability) oder PISI- (palmar intercalated segmental instability) Fehlstellung des Mondbeines und das „Ringzeichen“ des Scaphoid sein [54, 40]. Diese Zeichen sind jedoch nur bei einer statischen Instabilität des SL-Bandes zu verzeichnen.

Eine exakte klinische Untersuchung und Röntgenstressaufnahmen, die auch eine dynamische Instabilität demaskieren würden, sind in der Akutphase bei einer gleichzeitig vorliegenden distalen Radiusfraktur nicht möglich [7, 3].

Die CT-Arthrographie stellt eine weitere diagnostische Möglichkeit dar. Sie ermöglicht eine präzise Beurteilung von scapholunären und lunotriquetralen Bandverletzungen und ist in dieser Hinsicht nach Meinung verschiedener Autoren der Magnetresonanztomographie überlegen [36, 69, 82]. Es ist jedoch zu erwähnen, dass auch diese Methode Nachteile in sich birgt (Invasivität, Infektionsgefahr, falsch positive Befunde durch degenerative Veränderungen) [70, 74, 93].

In der Diagnostik der scapholunären Bandschäden zeigte sich in unterschiedlichen Untersuchungen, dass die MRT nur mit

unzureichender Genauigkeit die entsprechenden Verletzungen widerspiegelte [67, 68]. Weitere Nachteile sind die häufig falsch positiven Befunde (bei degenerativen Veränderungen) und die Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers.

Die Arthroskopie stellt den Goldstandard in der Diagnostik scapholunärer Bandverletzungen dar [59, 21, 68, 13, 20]. Sie erlaubt die exakte Diagnosestellung (frische vs. degenerative Veränderung, Stadieneinteilung) und Erkennung weiterer Begleitverletzungen, sowie gleichzeitig auch gewisse therapeutische Möglichkeiten.

Uneinigkeit herrscht über Art und Notwendigkeit der Behandlung dieser Begleitverletzung. In der Literatur wird für eine differenzierte stadiengerechte Therapie plädiert [67, 66, 70], welche sich jedoch bei den einzelnen Autoren unterscheidet.

Schädel-Höpfner et al. [67, 66] empfehlen im Stadium 1 und 2 jeweils die temporäre perkutane scapholunäre Spickdrahtarthrodese und anschließende Gipsruhigstellung für sechs bis acht Wochen. Im Stadium 3 wird zur offenen Reposition, Bandnaht und Transfixation mit anschließender achtwöchiger Gipsruhigstellung geraten. Peicha et al. [54] hingegen raten im Stadium 1 zur Gipsruhigstellung für sechs Wochen und bei bestehender Instabilität (Stadium 2 und 3) zur temporären perkutanen scapholunären und scaphokapitären Spickdrahtarthrodese mit postoperativer achtwöchiger Gipsruhigstellung. Ein anderes Vorgehen wird von Schneiders et al. [70] vorgeschlagen. Diese Autoren sehen im Stadium 1 der scapholunären Dissoziation keine Notwendigkeit einer Behandlung. Im Stadium 2 wird eine sechswöchige Immobilisation des verletzten Handgelenkes empfohlen. Eine operative Behandlung in Form einer geschlossenen bzw. offene Reposition und perkutaner scapholunärer und scaphocapitaler Transfixation wird lediglich im Stadium 3 vorgenommen.

Ungeachtet der verschiedenen Behandlungsmethoden herrscht jedoch Einigkeit darüber, dass eine unversorgte Instabilität zu sekundären degenerativen Veränderungen des Handgelenkes und daraus resultierendem karpalen Kollaps führen kann [54, 29, 70]. Im Extremfall kommt es zur Ausbildung eines „SLAC-wrist“ (scapholunate advanced collapse) [54, 91, 90], der jedoch häufig nur unbefriedigend sekundär behandelt werden kann und zu einem schlechteren Resultat führt [54, 68].

Insgesamt kann jedoch anhand der eigenen Ergebnisse und der Literatur keine Aussage bezüglich des Einflusses der SL-Dissoziation auf das Behandlungsergebnis bei distaler Radiusfraktur getroffen werden.

4.3 Distale Ulnaschaftfraktur

Die distale Ulnaschaftfraktur ist eine in der Literatur selten beschriebene Begleitverletzung. Randomisierte Studien oder genaue Angaben zur Häufigkeit fehlen daher. Auch gibt es nur sehr wenige Veröffentlichungen, vornehmlich Fallbeschreibungen, die diese Fraktur in Zusammenhang mit einer distalen Radiusfraktur beschreiben. Biyani et al. [8] sprechen in ihrer Untersuchung von einem Auftreten von 5-10%. Hierbei sind jedoch auch Frakturen des Ulnakopfes und Ulnahalses mit eingeschlossen. Studien, welche die Häufigkeit der Ulnaschaftfraktur beschreiben, fehlen in der Literatur. Im eigenen Patientengut lag das Auftreten dieser Begleitverletzung bei 4,5%.

Aufgrund der geringen Datenlage in der Literatur ist der Einfluss der distalen Ulnaschaftfraktur auf das Behandlungsergebnis bei gleichzeitiger distaler Radiusfraktur nicht beschrieben. Verschiedene retrospektive Untersuchungen mit geringem Patientenanteil beschreiben nach operativer Versorgung der Radius- und Ulnafraktur zum Teil gute und sehr gute Ergebnisse [60, 15, 88, 27]. Hierbei wurden jedoch nicht nur distale Ulnaschaftfrakturen, sondern auch

Frakturen der Metaphyse, des Ulnahalses und Ulnakopfes mit einbezogen. Im eigenen Patientengut fanden sich vorwiegend gute bis befriedigende Ergebnisse.

Ring et al. [60] versorgten 24 Patienten mit instabiler distaler Ulnafraktur und gleichzeitiger distaler Radiusfraktur mit einer Plattenosteosynthese der Ulna und des Radius und konnten hierbei 6 sehr gute, 15 gute und nur 4 schlechte Behandlungsergebnisse erzielen. Pseudarthrosen der Ulna traten nicht auf. In einer Untersuchung von McKee et al. [43] zeigte sich bei konservativer Behandlung einer Ulnaschaftfraktur bei gleichzeitiger distaler Radiusfraktur in allen 4 Fällen eine Pseudarthrose der Ulna. Daraus schlussfolgerten sie, dass diese Begleitverletzung einen Instabilitätsfaktor darstellt und demzufolge einer operativen Versorgung zugeführt werden sollte. Insgesamt herrscht in den vorliegenden Veröffentlichungen der Literatur Einigkeit darüber, dass eine distale Ulnafraktur, welche nach Stabilisierung der distalen Radiusfraktur instabil oder disloziert verbleibt, operativ stabilisiert werden sollte [60, 43, 15, 88, 27, 41]. Hierbei können verschiedene Methoden angewandt werden. Beschrieben sind die Stabilisierung mit K-Drähten oder Schrauben, die Plattenosteosynthese oder auch die Schienung mittels intramedullärer Nägel.

Zusammenfassend muss jedoch festgehalten werden, dass anhand der vorliegenden Daten in der Literatur und auch der eigenen Untersuchungen keine Aussage zum Einfluss dieser Begleitverletzung auf das Behandlungsergebnis bei distaler Radiusfraktur getroffen werden kann.

4.4 Verletzungen des distalen Radioulnargelenkes

Die Kongruenz der Gelenkflächen des DRUG ist für die schmerzlose und freie Unterarmdrehbewegung ausschlaggebend [48]. Hierbei bilden der trianguläre fibrokartilaginäre Komplex (TFCC) und der

Processus styloideus ulnae die wichtigsten Stabilisatoren des DRUG [5, 14, 53].

Die gebräuchlichste Klassifikation der DRUG-Verletzungen geht auf Fernandez zurück [24]. Die Einteilung erfolgt in 3 Typen (I=stabil, II=instabil, III=potentiell instabil) mit je 2 Untertypen (A, B). Typ I stellt die Fraktur der Spitze des Processus styloideus ulnae (A) oder die subkapitale Fraktur des Ulnakopfes (B) dar. Da die stabilisierenden Elemente des TFCC nicht betroffen sind, ist das DRUG selbst nicht beeinträchtigt, so dass diese Verletzungen als stabil eingeschätzt werden und damit nicht versorgungspflichtig sind.

Die Typen II sollen dagegen sehr häufig zu einer Instabilität des DRUG führen, wobei eine Instabilität an einer Luxation/Subluxation des Ulnakopfes erkennbar ist. Der Untertyp A stellt hierbei eine Zerreißung des TFCC und/oder Verletzung palmarer und dorsaler Kapselanteile dar, Untertyp B ist eine basisnahe Fraktur des Processus styloideus ulnae. Für verschiedene Autoren stellt eine Begleitfraktur der Basis des Processus styloideus ulnae einen Indikator für ein schlechteres funktionelles und subjektives Ergebnis dar. Unter dem Gesichtspunkt, dass der an der Basis des Ulnastyloids inserierende TFCC einen Hauptstabilisator des DRUG darstellt, soll eine basisnahe Fraktur des Ellengriffels zu einer Instabilität des Gelenkes und daraus resultierenden funktionellen und subjektiven Einschränkungen führen [42, 24, 44, 47, 16, 62, 72].

Beim Typ III handelt es sich um intraartikuläre Frakturen. Der Untertyp A betrifft die Incisura ulnaris des Radius mit Beteiligung des Discus triangularis, beim Untertyp B handelt es sich um eine intraartikuläre Fraktur des Ulnakopfes. Inwieweit es dabei zu einer DRUG-Instabilität kommt, hängt vom Ausmaß der Verletzung im Einzelfall ab.

Eine Fraktur des Ulnastyloids (Typ IA und IIB) ist mit einer Inzidenz von 50-80 % die häufigste Begleitverletzung des DRUG [37]. Dies

beinhaltet sowohl basisnahe als auch Spitzenabrisse des Ellengriffelfortsatzes. Die Unterteilung in Spitzen- und Basisfrakturen erfolgt in den vorliegenden Studien unterschiedlich. In der Arbeit von Souer et al. [76] beträgt der Gesamtanteil an Ulnastyloidfrakturen 53,4%. Dabei wurde eine Fraktur, die mehr als 75% der Höhe des Ulnastyloids betrifft, als basisnahe Fraktur bezeichnet. Der Anteil basisnaher Frakturen betrug 44,9% und von Spitzenabrissen 8,5% aller Radiusfrakturen. Im Gegensatz dazu definierten Zenke et al. [94] eine basisnahe Fraktur ab der Mitte des Processus styloideus ulnae. Der Gesamtanteil an Ulnastyloidfrakturen lag hier bei 57,6%. Diese unterteilten sich in 22,8% Frakturen der Spitze und 34,7% Frakturen der Basis. Das eigene Patientengut zeigt mit einer Inzidenz von 52,8% für das Gesamtvorkommen von Ulnastyloidfrakturen gleiche Häufigkeiten. Unterschiede finden sich im Verhältnis Spitzen- zu Basisfrakturen. Hierbei fanden sich in der eigenen Untersuchung 38,3% Spitzenabrisse und 14,5% basisnahe Frakturen des Processus styloideus ulnae. Der geringere Anteil an Basisfrakturen in den eigenen Untersuchungen ergibt sich daraus, dass eine Zuordnung zum Typ IIB nur bei Frakturen direkt an der Basis des Ulnastyloids erfolgte. Aufgrund der unterschiedlichen Kriterien bezüglich der Zuordnung der Gruppen ergeben sich die Schwankungen in den Untergruppen. Eine feste Definition, ab welcher Höhe des Ellengriffels eine Basisfraktur vorliegt, existiert nicht.

Die Frakturen des Ulnahalses (Typ IB) kommen seltener vor und sind daher in der Literatur kaum im Zusammenhang mit distalen Radiusfrakturen zu finden. Es finden sich vereinzelte Angaben zwischen 4% [88] und 8% [76]. In den eigenen Untersuchungen findet sich ein Anteil von 2,2 % der etwas unter den Angaben in der Literatur liegt.

Die Angaben zur Häufigkeit von Verletzungen des TFCC (Typ IIA) sind abhängig von der Art der Diagnostik und den eingeschlossenen

Frakturtypen. Ihre Inzidenz wird bei distalen Radiusfrakturen mit 45% bis 78% angegeben [38, 59, 45]. Bei der Beurteilung von Begleitverletzungen durch Magnetresonanztomographie konnten Spence et al. [77] zeigen, dass bei 21 Patienten mit distaler Radiusfraktur 5 eine Fraktur des Processus styloideus und 2 eine Verletzung des TFCC aufwiesen. Andere Autoren konnten durch arthroskopische Untersuchungen belegen, dass bei distalen Radiusfrakturen eine hohe Anzahl an Frakturen des Processus styloideus ulnae und gleichzeitiger Verletzungen des TFCC auftraten [38, 59, 25, 45]. Lindau et al. [38] führten bei 50 Patienten mit dislozierter distaler Radiusfraktur bei Versorgung eine Arthroskopie durch. 27 Patienten zeigten zusätzlich eine Fraktur des Processus styloideus ulnae. Verletzungen des TFCC fanden sich bei 39 Fällen. Läsionen des TFCC sind nur arthroskopisch sicher zu diagnostizieren. Da eine systematische Handgelenksarthroskopie im Untersuchungszeitraum nicht durchgeführt wurde, war eine genaue Bestimmung dieser Verletzung nicht möglich, so dass diese Verletzung nicht ausgewertet werden konnte. Auf die Häufigkeit der basisnahen Frakturen (Typ IIB) des Ulnastyloids wurde oben bereits eingegangen.

Die Typ-III-Verletzungen betreffen intraartikuläre Frakturen der Incisura ulnaris des Radius sowie Frakturen des Ulnakopfes. Der Untertyp IIIA (Fraktur der Incisura ulnaris) kann zwar in vielen Fällen auf Röntgenbildern erkannt werden, um verlässliche Angaben zur Häufigkeit zu erhalten, wäre jedoch eine systematische Untersuchung aller distalen Radiusfrakturen mit einem Schnittbildverfahren, idealerweise mit einer Computertomografie nötig. Eine derartige systematische Untersuchung war im Untersuchungszeitraum dieser Arbeit und ist auch zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht üblich. Deshalb konnten keine verlässlichen Zahlen zur Häufigkeit dieser Begleitverletzungen ermittelt werden. Auch in der Literatur finden sich keine genauen

Angaben darüber, wie oft diese Läsion vorkommt. Die intraartikuläre Fraktur des Ulnakopfes (Typ IIIB) tritt ebenfalls selten auf. In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich lediglich 4 Verletzungen dieser Art (1,5%). Dies ist vergleichbar mit den wenigen Angaben in der Literatur. Hier finden sich ebenfalls nur geringe Zahlen mit Häufigkeiten von 2,2% [88] und 3% [8].

Es existieren wenige Untersuchungen, die sich mit dem Einfluss von Begleitverletzungen des DRUG auf das Behandlungsergebnis befassen. Da die Häufigkeit von Frakturen des Ulnakopfes und des Ulnahalses (Typ IB und IIIB) sehr gering ist, liegen keine verlässlichen Daten vor [41]. Auch die eigene Untersuchung hat nur sehr wenige Verletzungen dieser Typen nachweisen können. Noch unsicherer ist die Datenlage, bei Verletzungen des TFCC (Typ IIA) und der Incisura ulnaris (Typ IIIA), da es keine ausreichend großen Serien gibt, die die notwendigen diagnostischen Methoden (Arthroskopie bzw. CT) angewendet haben. Aus den eigenen Untersuchungen sind aus diesen Gründen ebenso keine zusätzlichen Informationen zu gewinnen.

Weiterhin kommt erschwerend hinzu, dass für diese 4 DRUG-Verletzungen keine Behandlungsstandards, sondern allenfalls Empfehlungen existieren. Die Läsionen des TFCC können arthroskopisch versorgt werden. Hierbei wird die Palmer 1A- und 1C-Verletzung, sowie ein Einriss des Meniscus ulnocarpalis in der Regel debridiert. Die Versorgung der Läsionen 1B und 1D nach Palmer erfolgt mittels Naht. Frakturen des Ulnahalses sind häufig stabil und können frühfunktionell nachbehandelt werden. Bei instabilen metaphysären Frakturen wird eine osteosynthetische Versorgung in Form einer Plattenosteosynthese oder intramedullären Schienung empfohlen [24, 88]. Für die intraartikuläre Fraktur des Ulnakopfes wird keine Osteosynthese, sondern die funktionelle Nachbehandlung zur Verstärkung des „Remodellings“ des Ulnakopfes empfohlen. Bei eventuell fortbestehendem schmerzhaften DRUG sollte ggf. im

Verlauf die Sauve-Kapandji-Operation erwogen werden [24]. Es gibt jedoch auch Autoren, welche primär die Versorgung des Ulnakopfes durch Schrauben- oder Plattenosteosynthese empfehlen [60, 15]. Bei einer intraartikulären distalen Radiusfraktur welche die Incisura ulnaris als Begleitverletzung mit betrifft, sollten die anatomische Reposition und Retention im Rahmen der Osteosynthese des Radius erfolgen.

Frakturen des Ulnastyloids

Im Gegensatz zu den eben diskutierten DRUG-Verletzungen existieren zum Einfluss der Ulnastyloidfrakturen auf das Behandlungsergebnis nach distalen Radiusfrakturen einige wenige qualitativ akzeptable Studien [76, 94, 10, 35, 65, 4]. Auch die in der eigenen Untersuchung erhobenen Daten waren für eine Auswertung geeignet, sodass sich die Untersuchung der Fragestellung der Arbeit im Wesentlichen auf diese Begleitverletzungen beschränkte. Dabei haben unsere Nachuntersuchungen keine signifikanten Unterschiede im Behandlungsergebnis bei operativ versorgter distaler Radiusfraktur zwischen den Gruppen mit und ohne Ulnastyloidfraktur ergeben. Wie auch andere Autoren [76, 94, 35, 65] setzten wir Handgelenksfunktion und radiologische Parameter als Maß für das Behandlungsergebnis ein. Unsere Ergebnisse gleichen denen anderer Autoren aus jüngerer Zeit [76, 94, 35, 65], wobei es sich um die Studie mit der größten bisher zu dieser Fragestellung veröffentlichten Fallzahl handeln dürfte.

Die Arbeitsgruppe von Souer [76] hat eine retrospektive sekundäre Datenanalyse aus den Daten einer früheren prospektiv randomisierten Studie durchgeführt. Dabei wurden zwei Gruppen von Matched Pairs mit je 76 Patienten verglichen. Alle Patienten wurden mit einer Plattenosteosynthese versorgt. Die Matching-Kriterien waren Alter (10-Jahres-Intervalle), Unfallmechanismus, Frakturtyp und Geschlecht. In der einen Gruppe hatten alle Patienten einen

basisnahen unversorgten Styloidabriss, in der anderen Gruppe hatte kein Patient einen Styloidabriss. Die Autoren fanden keine signifikanten Unterschiede der funktionellen, radiologischen oder subjektiven Parameter. Bei unversorgten Ulnastyloidfrakturen wurde ein Trend zu einer verminderten Griffstärke und geringeren Flexion und Ulnardeviation in der 24monatigen Nachuntersuchung beobachtet, jedoch konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Vorteile dieser Studie sind die gute Vergleichbarkeit beider Gruppen durch die Paarbildung und die einheitliche standardisierte Osteosynthese. Es handelt sich vermutlich um die methodisch beste Studie zu dieser Fragestellung, wird aber in der Bewertung der publizierenden Zeitschrift mit einem Evidenzlevel III bewertet. Die Probleme liegen in der Definition der Basisfraktur des Processus styloideus ulnae. Die Autoren haben alle Frakturen, die mindestens 75% der Styloidhöhe einschlossen, als Basisfrakturen definiert. Während die Gesamthäufigkeit der Styloidfrakturen mit anderen Veröffentlichungen vergleichbar ist und bei 57,3% liegt, ist der Anteil basisnaher Frakturen in dieser Arbeit deutlich höher. Möglicherweise ist dies die Folge der Definition dieser Verletzung für die Studie. Des Weiteren erfolgte keine Evaluierung bezüglich DRUG-Instabilität oder Schwere der TFCC-Verletzung.

Zenke et al. [94] haben eine Serie von 118 konsekutiven Patienten mit dorsal dislozierten Frakturen, die mit palmarer Plattenosteosynthese versorgt worden sind, untersucht. 50 Patienten hatten keine Styloidfraktur, 41 hatten einen basisnahen Abriss und 27 einen Spitzenabriss. Die Autoren konnten ebenfalls keine Unterschiede in den funktionellen, radiologischen und subjektiven Ergebnissen beobachten. Die Daten sind prospektiv zu definierten Zeitpunkten bis zu 6 Monaten nach der Operation erhoben worden. Dies entspricht den Anforderungen an eine prospektive Beobachtungsstudie. Allerdings werden die Ergebnisse einer Abschlussuntersuchung präsentiert, die zwischen 6 und 38 Monaten

stattgefunden hat. Das bedeutet, dass diese Daten aus unerklärten Gründen nicht prospektiv erhoben worden sind. Positiv zu bewerten sind die gut definierten Einschlusskriterien und die Versorgung aller Patienten mit offener Reposition und winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese. Als Nachteil müssen die unterschiedlichen Nachuntersuchungszeitpunkte angesehen werden. Der Altersunterschied in den Gruppen war, wenn auch nicht signifikant, so zumindest auffällig. Hinweise auf eine Verteilung der Frakturtypen in den einzelnen Gruppen fanden sich nicht. Außerdem wurden alle eingeschlossenen Patienten auch nachuntersucht, was eigentlich kaum vorstellbar ist.

In der Studie von Kim et al. [35] wurden 138 Patienten mit instabiler distaler Radiusfraktur, welche mittels palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese versorgt wurden, in einer prospektiven Studie zur Frage des Einflusses einer Fraktur des Processus styloideus ulnae auf die Handgelenksfunktion untersucht. Hierbei erfolgte die Einteilung entsprechend Lokalisation (keine Fraktur, basisnahe Fraktur, nicht basisnahe Fraktur). Als zweite Fragestellung sollte untersucht werden, ob die Dislokation des gebrochenen Griffelfortsatzes Auswirkungen auf das Ergebnis hat. 62 Patienten wiesen keine Styloidfraktur auf, 29 zeigten eine basisnahe Fraktur und 47 Patienten hatten eine basisferne Fraktur des Ulnastyloids. Signifikante Unterschiede in den Bewegungsausmaßen, radiologischen Kriterien oder subjektiven Einschätzungen waren weder im Vorhandensein einer Styloidfraktur, noch bezüglich des Dislokationsgrades festzustellen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine unversorgte Fraktur des Ulnastyloids, unabhängig von Art und Dislokation, bei winkelstabiler Versorgung der distalen Radiusfraktur keinen Effekt auf die Stabilität des DRUG und die Handgelenksfunktion hat. Die Stärke der Untersuchung liegt in der prospektiven Erfassung der Daten und der Unterscheidung bezüglich

des Dislokationsgrades einer Ulnastyloidfraktur. Des Weiteren wurde die Stabilität des DRUG ebenfalls untersucht.

Sammer et al. [65] fanden in ihren Untersuchungen von 144 distalen Radiusfrakturen 88 Patienten mit Ulnastyloidfraktur und 56 ohne. Alle Radiusfrakturen wurden mittels winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese versorgt. Für den Fall einer Instabilität des distalen Radioulnargelenkes wurde eine Stabilisierung des Griffelfortsatzes vorgenommen. Dies betraf 3 Patienten in der gesamten Kohorte. Die Patienten wurden ausgeschlossen. Die Ergebnisse zeigten bezüglich Größe des Ulnastyloidfragmentes und Dislokationsgrad keinen signifikanten Einfluss auf das funktionelle Resultat zwischen den Gruppen mit und ohne Fraktur des Ulnastyloids. Auch die Heilungsrate der Ellengriffelfraktur hatte keinen Einfluss auf das Behandlungsergebnis. Die Schlussfolgerung war, dass eine Fraktur des Processus styloideus ulnae, unabhängig vom Ausmaß, Heilung und Dislokationsgrad, bei stabilem distalen Radioulnargelenk keinen Einfluss auf das Behandlungsergebnis hat. Die Vorteile dieser Studie sind der prospektive Charakter und die hohe Patientenzahl (144 Patienten). Außerdem wurden die Frakturhöhe des Processus styloideus ulnae und sein Dislokationsgrad definiert. Dabei entsprach die Definition des basisnahen und Spitzenbruches der, die in der Arbeit von Souer [76] angegeben wurde. Als Nachteil ist anzumerken, dass nur Patienten mit stabilem DRUG eingeschlossen wurden. Außerdem wurde als Bewertungsinstrument nur der Michigan Hand Outcomes Questionnaire verwendet, der zur Beurteilung distaler Radiusfrakturen nur selten zur Anwendung kommt und damit keine Vergleichbarkeit ermöglicht. Des Weiteren wurden weniger als 50% der operierten Patienten 12 Monate postoperativ nachuntersucht. Damit bleibt, wie auch bei den eigenen Daten eine Unsicherheit bei der Interpretation der Ergebnisse.

Zu gleichen Ergebnissen kamen auch af Ekenstam et al. [1]. Sie konnten in einer prospektiven, quasi randomisierten Studie mit 41 Patienten zeigen, dass zwischen operativ versorgter Ulnastyloidfraktur einschließlich TFCC-Versorgung und konservativer Behandlung bei gleichzeitig konservativ behandelter distaler Radiusfraktur keine Unterschiede im klinischen Aspekt beider Behandlungsmethoden bestanden. Dies deutet darauf hin, dass keine Vorteile bei der Versorgung der Fraktur des Ellengriffelfortsatzes bestehen. Eine Unterscheidung zwischen Basisfraktur und Spitzenabriss erfolgte nicht. Die Stärke dieser Studie liegt im prospektiv randomisierten Design, sowie im langen Follow up mit 2 Jahren. Jedoch muss negativ angemerkt werden, dass auch hier nur eine geringe Patientenzahl und nur extraartikuläre Radiusfrakturen eingeschlossen wurden. Eine operative Versorgung der distalen Radiusfraktur fand nicht statt. Es ist nicht sinnvoll, konservativ und operativ behandelte distale Radiusfrakturen miteinander zu vergleichen. So ist davon auszugehen, dass durch die Operation sekundäre Dislokationen, wie sie bei der konservativen Therapie regelhaft vorkommen, vermieden werden können. Zur Analyse der Fragestellung sollten demnach keine Studien mit konservativer Behandlung dislozierter Radiusfrakturen herangezogen werden.

Andere Autoren fanden in ihren Untersuchungen einen negativen Einfluss der Ulnastyloidfraktur auf das funktionelle, radiologische und subjektive Behandlungsergebnis bei gleichzeitiger distaler Radiusfraktur.

In der Untersuchung von Belloti [4] wurden 100 Patienten mit distalen Radiusfrakturen prospektiv randomisiert zu zwei Therapiegruppen (Fixateur externe und radioulnare K-Draht-Transfixation) zugeteilt. Hierbei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei den radiologischen Ergebnissen zwischen Patienten mit und ohne Ulnastyloidfraktur. Hingegen wurden bei den funktionellen

Ergebnissen (DASH) und beim Handgelenksschmerz signifikante Unterschiede nach 24 Monaten zu Ungunsten der Frakturen mit begleitender Styloidfraktur gefunden. Bezüglich der Lokalisation der Fraktur am Processus styloideus ulnae und der Rate der Ausheilungen waren keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen. Anhand dieser Ergebnisse schlussfolgerten die Autoren, dass eine Fraktur des Processus styloideus ulnae ein prädisponierender Faktor für ein schlechteres funktionelles Behandlungsergebnis ist. Bei dieser Studie handelt es sich um eine prospektiv randomisierte Studie. Es ergibt sich allerdings die Frage, warum die Patienten zu zwei unterschiedlichen Therapiegruppen randomisiert zugeteilt wurden. Mit einer solchen Zuteilung kann keine Gruppengleichheit bezüglich der Styloidfrakturen erzielt werden. Das Design ist geeignet, zwei unterschiedliche Therapien miteinander zu vergleichen, nicht aber die Frage nach dem Einfluss des Vorhandenseins einer Styloidfraktur auf das Behandlungsergebnis zu beantworten. Weiterhin ungünstig sind die angewendeten Operationsmethoden. Beide untersuchten Methoden, die offenbar in Brasilien weit verbreitet sind, sind zum Vergleich mit den Ergebnissen, die mit der palmaren Plattenosteosynthese erzielt werden, nicht geeignet.

Oskarsson et al. [52] behandelten 132 Patienten mit distaler Radiusfraktur und gleichzeitig bestehender Fraktur des Processus styloideus ulnae konservativ durch geschlossene Reposition und anschließende 4-6 wöchige Gipsruhigstellung. In den Untersuchungen zeigten sich die schlechtesten funktionellen Ergebnisse (Bewegungsausmaße, Kraftverlust) in der Gruppe mit einer intraartikulären distalen Radiusfraktur und gleichzeitiger Fraktur des Ulnastyloids gefolgt von der Gruppe mit extraartikulärer distaler Radiusfraktur und gleichzeitiger Fraktur des Processus styloideus ulnae. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass eine distale Radiusfraktur mit gleichzeitig vorhandener Fraktur des Processus

styloideus ulnae zu einem schlechteren Outcome führt. Gleichzeitig führten sie an, dass eine Ulnastyloidfraktur im Röntgenbild leichter zu erkennen sei als eine Gelenkbeteiligung des distalen Radius und aus diesem Grunde als prognostischer Faktor für die Entscheidung zur operativen oder konservativen Therapie herangezogen werden sollte. Eine Aussage bezüglich der Notwendigkeit der Versorgung der Ulnastyloidfraktur wurde nicht getroffen. Die schlechte Vergleichbarkeit operativ und konservativ behandelter Frakturen wurde bereits diskutiert.

Frakturen des Ulnastyloids und TFCC-Läsion

Neben der eigentlichen Styloidfraktur bedarf der TFCC bzw. seine mögliche Verletzung einer gesonderten Betrachtung. Da die Basis des Ulnastyloids einen Ansatzpunkt für den TFCC bildet und dieser einen Stabilisator des DRUG darstellt, können Verletzungen des Ulnastyloids einerseits mit einer TFCC-Läsion und daraus resultierend mit einer Instabilität des DRUG einhergehen. Diese Instabilität des DRUG, TFCC-assoziierte chronische ulnare Handgelenksbeschwerden sowie die Möglichkeit einer ausbleibenden knöchernen Heilung des Processus styloideus ulnae mit nachfolgender Schmerzsymptomatik können somit das objektive und subjektive Behandlungsergebnis theoretisch negativ beeinflussen. Es ist aber bekannt, dass sowohl TFCC-Läsionen als auch die Styloidfrakturen und Pseudarthrosen häufig ohne Beschwerden einhergehen können [59, 85, 1, 94].

Ferner ist bekannt, dass TFCC-Läsionen bei distalen Radiusfrakturen auch ohne Fraktur des Ulnastyloids vorkommen [38, 77, 59]. Es muss daher unterstellt werden, dass nicht die Styloidfraktur, sondern eher die distale Radiusfraktur bzw. der für sie ursächliche Unfallmechanismus für die Entstehung der TFCC-Läsion zuständig ist. Angesichts der unsicheren Inzidenz dieser Läsionen ist

die Literatur zu diesem Thema sehr unübersichtlich. Einige Publikationen sollen hier aber diskutiert werden.

Richards [59] führte bei 118 Patienten mit intra- und extraartikulärer Radiusfraktur eine Arthroskopie des Handgelenkes zur Diagnose von intraartikulären ligamentären und Weichteilverletzungen durch. Dabei fand er 46 Läsionen des TFCC (53% der extraartikulären und 35% der intraartikulären Frakturen). Eine signifikante Korrelation zwischen diesen Verletzungen und einer Fraktur des Ulnastyloids konnte nicht festgestellt werden. Vielmehr fanden sich Beziehungen zwischen dem Vorhandensein einer Verletzung des TFCC und dem initialen dorsalen Dislokationsgrad und der ulnaren Verkürzung zum Unfallzeitpunkt.

In einer Studie von Lindau et al. [38] wurden 50 Patienten mit dislozierter distaler Radiusfraktur arthroskopisch untersucht. Hierbei wiesen 27 Patienten eine Fraktur des Processus styloideus ulnae auf. Verletzungen des TFCC waren in 39 Fällen zu verzeichnen. Das Risiko für einen TFCC-Riss stieg, wenn gleichzeitig eine Ulnastyloidfraktur vorlag. Diese Ergebnisse gleichen denen von Mohanti und Kar [45] und Geisler et al [25].

Alle diese Studien haben versucht, die Häufigkeit des Auftretens von karpalen Begleitverletzungen einschließlich der TFCC-Läsionen zu bestimmen. Außerdem sollten Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen verschiedener Einflussfaktoren und diesen Läsionen aufgedeckt werden. Aussagen über funktionelle oder radiologische Ergebnisse finden sich jedoch nicht. Die wesentliche Erkenntnis lautet, dass TFCC-Läsionen häufig mit Ulnastyloidfrakturen verbunden sind, durchaus aber auch unabhängig davon vorkommen können. Wie häufig diese Läsionen mit bleibenden Beschwerden vergesellschaftet sind, blieb jedoch offen.

DRUG-Instabilität

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Möglichkeit, dass eine distale Radiusfraktur eine akute Instabilität des DRUG verursachen und diese unter Umständen in ein chronisches, mit Beschwerden verbundenes Stadium übergehen kann. Problematisch ist dabei, dass weder die akute, noch die chronische Handgelenksinstabilität exakt definiert ist und somit auch nicht valide gemessen werden kann [39, 24, 44, 79, 62]. Stoffelen et al. [79] definieren eine Instabilität, wenn sich die distale Ulna im Vergleich zur gesunden Seite vermehrt subluxieren lässt, teilweise verbunden mit einem schmerzvollen Klicken. May et al [42] setzen als Maß für eine DRUG-Instabilität eine grobe Dislokation des Gelenkes im Vergleich zur Gegenseite im Röntgenbild oder in der intraoperativen Durchleuchtung. Zusätzlich müssen subjektive Beschwerden (ulnare Handgelenksschmerzen oder Einschränkungen der Unterarmdrehbewegung) oder eine verstärkte Laxizität im Vergleich zum kontralateralen DRUG vorhanden sein. Jupiter [34] beschreibt, dass, wenn nach durchgeführter Plattenosteosynthese des distalen Radius bei Kompression der Ulna gegen den Radius und Rotation des Handgelenkes ein Schnappen palpabel ist, dies auf eine wahre Instabilität im DRUG hinweist. Einigkeit herrscht allgemein darüber, dass eine vermehrte dorsopalmar Translation der Ulna zum Radius im Vergleich zur Gegenseite oder eine Subluxation des Ulnakopfes im Seitenvergleich der Handgelenke Zeichen einer DRUG-Instabilität sind. Genaue Maße für diese Pathologien bestehen jedoch nicht. So finden sich erhebliche Unterschiede in den Häufigkeitsangaben von DRUG-Instabilitäten (2% bei Sammer [65], 5% bei Stoffelen [79], 8% bei May [42]). In den eigenen Untersuchungen wurden deshalb, wie bei anderen Autoren auch [76, 94, 65], die Handgelenksfunktion und die radiologischen Parameter als Maß für das Behandlungsergebnis gesetzt. Die Stabilität des DRUG wurde aus den angeführten Gründen außer Acht gelassen.

In einer retrospektiven Studie von Stoffelen et al. [79] konnten 272 Patienten mit operativ versorgter distaler Radiusfraktur klinisch und radiologisch nachuntersucht werden. Des Weiteren erfolgte eine Stabilitätsprüfung des DRUG. 13 Patienten zeigten eine Instabilität im distalen Radioulnargelenk mit signifikant schlechterem Cooney-Score. Alle Patienten wiesen eine Fraktur des Processus styloideus ulnae auf. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass eine Ulnastyloidfraktur einen negativen Effekt auf das Behandlungsergebnis und die Stabilität des DRUG hat. Aber auch andere Parameter (dorsale Abkipfung $>5^\circ$, Radialverkürzung $\geq 4\text{mm}$, Lateralshift $\geq 2\text{mm}$) führten zu einem signifikant schlechteren Outcome.

Shaw, Bruno und Paul [72] konnten in einer biomechanischen Untersuchung mit anschließender klinischer Studie darlegen, dass eine primäre Refixation des dislozierten Ulnastyloids die Stabilität des DRUG wiederherstellt und chronischen Beschwerden, sowie Instabilitäten im ulnaren Handgelenk vorbeugt.

May et al. [42] fanden in einer retrospektiven Studie bei 14 von 166 Patienten mit distalen Radiusfrakturen eine akute oder chronische Instabilität im DRUG. Diese Patienten hatten eine begleitende Ulnastyloidfraktur. Sowohl die Größe der Ulnastyloidfraktur, als auch der Dislokationsgrad waren signifikante Risikofaktoren für die Entwicklung einer Instabilität im DRUG. Dabei waren DRUG-Instabilitäten signifikant häufiger bei basisnahen Frakturen oder einer Dislokation von über 2 Millimetern vorhanden. Es wurde geschlussfolgert, dass Dislokationsgrad und Fragmentgröße und nicht die Styloidfraktur selbst potentielle Risikofaktoren für die Entstehung einer DRUG-Instabilität sind. Feste Kriterien für das Vorliegen einer DRUG-Instabilität wurden jedoch in dieser Untersuchung nicht angegeben.

Fernandez [17] konnte in einer Untersuchung von 115 intraartikulären Radiusfrakturen zeigen, dass Ulnastyloidfrakturen mit gleichzeitig vorhandener DRUG-Instabilität, welche eine primäre operative Versorgung erhielten, eine bessere Funktion (Umwendbewegung, Kraft) und verminderte Schmerzsymptomatik des ulnaren Handgelenkes zeigten, als bei sekundärer Versorgung dieser Verletzung.

In der Studie von Ruch et al. [62] konnten 35 Patienten mit distaler Radiusfraktur und gleichzeitig vorhandener Fraktur des Ulnastyloids, welche mehr als 2 mm disloziert war, eingeschlossen werden. Alle wiesen eine Instabilität des DRUG auf. Es konnte gezeigt werden, dass Patienten mit externer Fixation des Unterarmes in Supination, ohne direkte Refixation des Styloidfortsatzes, bessere Ergebnisse aufwiesen als Patienten, die eine offene Refixation und Osteosynthese mittels Cerclage und Kirschner-Drähten erhielten. Die Autoren schlussfolgerten, dass bei adäquater geschlossener Reposition des Processus styloideus ulnae eine effektive Therapie mittels Fixateur externe erfolgen kann. Eine offene Reposition und interne Refixation des Ulnastyloids bei begleitender DRUG-Instabilität verleiht nicht mehr Stabilität.

Pseudarthrosen des Ulnastyloids

Pseudarthrosen des Processus styloideus ulnae treten in ca. 25% der Fälle auf [65]. Meistens sind sie jedoch asymptomatisch [24, 47, 18]. Sie können aber auch imponieren als lokaler ulnarseitiger Handgelenksschmerz, „Klicken“, „Knirschen“ oder Druckschmerz des DRUG [93].

Buijze und Ring [10] untersuchten 36 Patienten mit palmarer plattenosteosynthetisch versorgter distaler Radiusfraktur und gleichzeitig vorhandener Basisfraktur des Processus styloideus ulnae. Eine Versorgung des Ulnastyloids fand nicht statt. 6 Monate postoperativ erfolgte eine klinische Untersuchung mit Erhebung der

Handgelenksfunktion, des Mayo Wrist Scores, des Gartland/Werley Scores und des DASH. 16 Ulnastyloidfrakturen waren verheilt und 20 nicht. Im Vergleich der beiden Gruppen untereinander zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich Handgelenksfunktion, Kraft, Scores, DASH und Schmerzangabe. Sie schlussfolgerten daraus, dass eine nicht verheilte Ulnastyloidfraktur 6 Monate postoperativ keinen Einfluss auf das klinische Behandlungsergebnis hat. Stärken der Studie sind die prospektive Datenerhebung, und die intraoperative Beurteilung der Stabilität des DRUG. Hauptzielkriterium dieser Studie war die Beurteilung des Einflusses einer Pseudarthrose des Ulnastyloids auf das Behandlungsergebnis. Damit ist die Vergleichbarkeit mit den eigenen Daten eingeschränkt.

Tsukazaki und Iwasaki [85] konnten zeigen, dass Patienten mit ulnarem Handgelenksschmerz keine signifikante Korrelation mit einer Fraktur oder Pseudarthrose des Processus styloideus hatten. Vielmehr führten sie diese Problematik auf den Grad des palmaren Neigungswinkels und eine damit verbundene Inkongruenz im DRUG zurück. Sie schlussfolgerten, dass die Refixation des Ulnastyloids zur Vermeidung von ulnaren Handgelenksbeschwerden nicht notwendig ist.

Zu gleichen Ergebnissen kamen auch Zenke et al. [94], die diese Probleme bei 4,2 % ihrer Patienten feststellten und auch keinen Zusammenhang zum Vorhandensein und der Konsolidierung der Styloidfraktur sahen. Bei Buijze et al. fanden sich keine Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne Pseudarthrose des Ulnastyloids [10].

Fazit Ulnastyloidfraktur

Angesichts der eigenen Ergebnisse und der spärlichen Literatur zu dieser Fragestellung lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen.

Die Häufigkeit des Auftretens der Styloidfrakturen ist in den präsentierten Studien relativ konstant. Sie liegt zwischen 51% und 58% [76, 94, 35, 65, 57]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die untersuchten Kohorten immer aus Patienten mit operierter Radiusfraktur bestanden. Ob sich diese Häufigkeit ändert, wenn auch konservativ behandelte Frakturen einbezogen werden, kann nicht gesagt werden.

Das Verhältnis zwischen basisnaher Fraktur und Spitzenabriss schwankt erheblich. Basisnahe Frakturen wurden mit einer Häufigkeit von 14,5% bis 48%, Spitzenabrisse mit 9% bis 38% der jeweiligen Gesamtpopulation beobachtet. Hier scheint ein Definitionsproblem vorzuliegen, was für zukünftige Untersuchungen beachtet werden sollte.

Es existiert eine prospektiv randomisierte Studie [4], deren Gruppenzuteilung nicht zur Fragestellung passt, sodass die präsentierten Daten als Sekundärdatenanalyse angesehen werden müssen. Letzteres gilt für die meisten in jüngerer Zeit veröffentlichten Studien, so auch für die eigenen Ergebnisse. Somit kann die Aussagekraft nicht höher als mit einer Evidenzklasse III bewertet werden, woraus sich ein Empfehlungsgrad B zur konservativen Behandlung ergibt [28, 64]. Allerdings sind zu dieser Fragestellung keine prospektiven randomisierten Studien möglich. Behandelt man die Styloidfraktur konservativ, muss immer die ganze Kohorte mit distalen Radiusfrakturen beobachtet werden und diese in zwei bzw. drei Gruppen geteilt werden. Ein alternativer methodischer Ansatz würde sich ergeben, wenn man sich entschließen würde das Ulnastyloid zu refixieren. Dann wäre eine prospektiv randomisierte Studie, die operierte und nicht operierte Styloidfrakturen vergleicht, denkbar. Hierzu existiert ein Beispiel aus dem Jahr 1989 [1], dessen Nachteile oben diskutiert wurden. Angesichts der aktuellen Datenlage erscheint eine Operation des Ulnastyloids aber nicht gerechtfertigt.

Die Häufigkeit mit Frakturen des Ulnastyloids assoziierter TFCC-Läsionen kann anhand der eigenen Untersuchung nicht festgestellt werden. Auch die Literatur ist hierzu widersprüchlich. Insbesondere ist die Trennung zwischen degenerativen und akzidentellen Läsionen unscharf. Gleiches gilt für das Auftreten von Instabilitäten des distalen Radioulnargelenkes. Instabilitäten sind nicht exakt definiert. Sie können bei Styloidfrakturen vorkommen aber auch ohne diese Läsionen. Aufgrund der sehr niedrigen Fallzahlen lassen sich keine wissenschaftlich begründeten Behandlungsempfehlungen ableiten.

4.5. Methodenkritik

Positiv an den in dieser Arbeit vorgelegten Ergebnissen ist die hohe Fallzahl der eingeschlossenen Patienten. Trotz der mit 56% niedrigen Nachuntersuchungsquote kann festgehalten werden, dass vergleichbare Fallzahlen in der Literatur kaum existieren.

Alle Patienten weisen ein minimales Nachuntersuchungsintervall von einem Jahr auf. Dies ist in den wenigen zu dieser Fragestellung publizierten Studien nicht immer der Fall. Von vielen Zeitschriften werden Zwei-Jahres-Nachuntersuchungsintervalle zur Publikationsannahme gefordert. Untersuchungen an distalen Radiusfrakturen zur Veränderungssensitivität des DASH konnten jedoch zeigen, dass zwischen einer 3-Monats- und einer 12-Monats-Untersuchung kaum noch Veränderungen auftreten, sodass die 3-Monats-Untersuchung theoretisch das Endergebnis repräsentieren könnte [92]. Damit können die 12-Monats-Ergebnisse dieser Arbeit als Endergebnisse angesehen werden.

Eine Schwäche der Studie ist die Ungleichverteilung des Frakturtyps und des OP-Verfahrens. Für das Vorkommen unterschiedlicher OP-Verfahren ist ursächlich, dass in dem großen Beobachtungszeitraum ein Wechsel der Behandlungsstrategie von der externen Fixation auf die Plattenosteosynthese vorgenommen wurde.

Ein Teil der ausgewerteten Daten wurde retrospektiv erhoben. Hieraus ergeben sich die allgemein bekannten Probleme retrospektiver Studien wie Selektionsbias, Informationsbias und Confounder.

Ein weiterer Nachteil ist die im Untersuchungszeitraum nicht mögliche Erfassung der Begleitverletzungen Fernandez IIA und IIIA sowie die geringe Anzahl an Scaphoidfrakturen, scapholunären Dissoziationen, Fernandez IB, Fernandez IIIB und distalen Ulnafrakturen. Durch die geringen Fallzahlen waren statistische Berechnungen für diese Gruppen der Begleitverletzungen nicht sinnvoll. Für diese Begleitverletzungen konnte deren Auswirkung auf das Endergebnis nach distaler Radiusfraktur nicht ermittelt werden.

Für die Frakturen des Processus styloideus konnten qualitativ hochwertige Ergebnisse präsentiert werden. Die Daten geben Aufschluss über die Häufigkeit dieser Begleitverletzung und ihre Auswirkungen auf das Behandlungsergebnis. Es fand sich keine Publikation, die eine höhere Fallzahl untersuchen konnte. Außerdem konnten nur 4 methodisch vergleichbare Arbeiten identifiziert werden. Alle kommen zu dem Schluss, dass die Fraktur des Processus styloideus ulnae keinen Einfluss auf das Behandlungsergebnis bei operierten distalen Radiusfrakturen hat.

5. Zusammenfassung

Ziel der Untersuchungen war herauszufinden, in welchem Maße die verschiedenen Begleitverletzungen distaler Radiusfrakturen Einfluss auf das Behandlungsergebnis nach operativer Versorgung haben und ob sich daraus eine Empfehlung zur Diagnostik und Therapie dieser Verletzungen ableiten lässt.

Es wurden im Zeitraum von 1995-2002 269 Patienten mit einseitig operativ versorgter distaler Radiusfraktur klinisch und radiologisch nachuntersucht. Hierbei fanden sich 2 Scaphoidfrakturen, 8 scapholunäre Dissoziationen, 12 distale Ulnafrakturen, 103 Verletzungen Fernandez IA, 6 Fernandez IB, 39 Fernandez IIB, 4 Fernandez IIIB und 95 Patienten ohne eine Begleitverletzung. Die Ergebnisse wurden im Score nach Gartland und Werley, Score nach Castaing und DASH ausgewertet. Zur Analyse der Einflussfaktoren wurde die multivariate Varianzanalyse (MANOVA) verwendet.

Dabei wurde festgestellt, dass die meisten Begleitverletzungen in so geringer Zahl vorkommen, dass verlässliche Aussagen zu dieser Fragestellung nicht getroffen werden konnten. Statistische Aussagen ließen sich nur für die Verletzung des Processus styloideus ulnae machen. Die in dieser Untersuchung präsentierten Ergebnisse zeigen, dass Patienten mit Fraktur des Processus styloideus ulnae, unabhängig von der Lokalisation, ohne deren Operation die gleichen funktionellen und radiologischen Ergebnisse aufweisen wie Patienten ohne diese Verletzung. Daraus kann geschlossen werden, dass im Wesentlichen eine korrekte anatomische Reposition und adäquate operative Stabilisierung des Radius zu guten subjektiven und objektiven Behandlungsergebnissen führt.

Aus dieser Untersuchung leitet sich in Übereinstimmung mit anderen aktuellen Studien die Empfehlung zur konservativen Therapie der Fraktur des Processus styloideus ulnae im Rahmen der osteosynthetischen Versorgung der distalen Radiusfraktur ab. Eine

generelle Therapieempfehlung kann anhand der vorliegenden Daten nicht gegeben werden.

6. Literaturverzeichnis

1. af Ekenstam F, Jakobsson OP, Wadin K (1989) Repair of the triangular ligament in Colles' fracture. No effect in a prospective randomized study. *Acta Orthop Scand* 60: 393-396
2. Amadio PC (1997) Outcomes assessment in hand surgery. What's new? *Clin Plast Surg* 24: 191-194
3. Bellinghausen HW, Gilula LA, Young LV et al (1983) Post-traumatic palmar carpal subluxation. Report of two cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 65: 998-1006
4. Belloti JC, Moraes VY, Albers MB et al (2010) Does an ulnar styloid fracture interfere with the results of a distal radius fracture? *J Orthop Sci* 15: 216-222
5. Berger RA (1999) Arthroscopic anatomy of the wrist and distal radioulnar joint. *Hand Clin* 15: 393-413, vii
6. Bilos ZJ, Pankovich AM, Yelda S (1977) Fracture-dislocation of the radiocarpal joint. *J Bone Joint Surg [Am]* 59: 198-203
7. Biyani A, Sharma JC (1989) An unusual pattern of radiocarpal injury: brief report. *J Bone Joint Surg [Br]* 71: 139
8. Biyani A, Simison AJ, Klenerman L (1995) Fractures of the distal radius and ulna. *J Hand Surg [Br]* 20: 357-364
9. Buck-Gramcko D (1985) Karpale Instabilitäten. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 17: 188-193
10. Buijze GA, Ring D (2010) Clinical impact of United versus nonunited fractures of the proximal half of the ulnar styloid following volar plate fixation of the distal radius. *J Hand Surg [Am]* 35: 223-227

11. Castaing J (1964) Les fractures récentes de l'extrémité inférieure du radius chez l'adulte. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 50: 581-696
12. Chang CH, Tsai YS, Sun JS et al (2000) Ipsilateral distal radius and scaphoid fractures. J Formos Med Assoc 99: 733-737
13. Cooney WP (1993) Evaluation of chronic wrist pain by arthrography, arthroscopy, and arthrotomy. J Hand Surg [Am] 18: 815-822
14. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH (1994) Triangular fibrocartilage tears. J Hand Surg [Am] 19: 143-154
15. Dennison DG (2007) Open reduction and internal locked fixation of unstable distal ulna fractures with concomitant distal radius fracture. J Hand Surg [Am] 32: 801-805
16. Faierman E, Jupiter JB (1998) The management of acute fractures involving the distal radio-ulnar joint and distal ulna. Hand Clin 14: 213-229
17. Fernandez DL (1993) Fractures of the distal radius: operative treatment. Instr Course Lect 42: 73-88
18. Fernandez DL, Geissler WB (1991) Treatment of displaced articular fractures of the radius. J Hand Surg [Am] 16: 375-384
19. Fischer M, Denzler C, Sennwald G (1996) Begleitende karpale Bandläsionen bei frischen distalen Radiusfrakturen: Arthroskopische Studie über 54 Falle. Swiss Surg 2: 269-272
20. Fischer M, Sennwald G (1993) Stellenwert der Arthroskopie in der Diagnostik der karpalen Instabilität. Handchir Mikrochir Plast Chir 25: 39-41
21. Forward DP, Lindau TR, Melsom DS (2007) Intercarpal ligament injuries associated with fractures of the distal part of the radius. J Bone Joint Surg [Am] 89: 2334-2340

22. Frykman G (1967) Fracture of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. Acta Orthop Scand Suppl 108: 3+
23. Gartland JJ, Werley CW (1951) Evaluation of healed Colles' fractures. J Bone Joint Surg [Am] 33-A: 895-907
24. Geissler WB, Fernandez DL, Lamey DM (1996) Distal radioulnar joint injuries associated with fractures of the distal radius. Clin Orthop Relat Res 327: 135-146
25. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH et al (1996) Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. J Bone Joint Surg [Am] 78: 357-365
26. 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
27. Gschwentner M, Arora R, Wambacher M et al (2008) Distal forearm fracture in the adult: is ORIF of the radius and closed reduction of the ulna a treatment option in distal forearm fracture? Arch Orthop Trauma Surg 128: 847-855
28. Harbour R, Miller J (2001) A new system for grading recommendations in evidence based guidelines. BMJ 323: 334-336
29. Hohendorff B, Eck M, Muhldorfer M et al (2009) Palmare Handgelenksarthroskopie zur Beurteilung karpaler Begleitläsionen bei der operativen Versorgung distaler intraartikulärer Radiusfrakturen. Handchir Mikrochir Plast Chir 41: 295-299
30. Hove LM (1994) Simultaneous scaphoid and distal radial fractures. J Hand Surg [Br] 19: 384-388

31. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C (1996) 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* 29: 602-608

32. Hunsaker FG, Cioffi DA, Amadio PC et al (2002) The American academy of orthopaedic surgeons outcomes instruments: normative values from the general population. *J Bone Joint Surg [Am]* 84-A: 208-215

33. Jenkins NH, Jones DG (1986) Simultaneous Colles' and scaphoid fractures: treatment by combined internal and external fixation. *Am J Emerg Med* 4: 229-230

34. Jupiter JB (2009) Commentary: the effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. *J Hand Surg [Am]* 34: 1603-1604

35. Kim JK, Koh YD, Do NH (2010) Should an ulnar styloid fracture be fixed following volar plate fixation of a distal radial fracture? *J Bone Joint Surg [Am]* 92: 1-6

36. Klein HM, Vrsalovic V, Balas R et al (2002) Bildgebende Diagnostik des Handgelenkes: MRT und Arthrographie/Arthro-CT. *Rofo* 174: 177-182

37. Langenberg R (1989) Der Abbruch des Processus styloideus ulnae. Sein Einfluss auf die Handgelenkfunktion bei distalen Radiusfrakturen. *Zentralbl Chir* 114: 1006-1011

38. Lindau T, Arner M, Hagberg L (1997) Intraarticular lesions in distal fractures of the radius in young adults. A descriptive arthroscopic study in 50 patients. *J Hand Surg [Br]* 22: 638-643

39. Lindau T, Hagberg L, Adlercreutz C et al (2000) Distal radioulnar instability is an independent worsening factor in distal radial fractures. *Clin Orthop Relat Res* 376: 229-235

40. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW et al (1972) Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg [Am]* 54: 1612-1632
41. Logan AJ, Lindau TR (2008) The management of distal ulnar fractures in adults: a review of the literature and recommendations for treatment. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 3: 49-56
42. May MM, Lawton JN, Blazar PE (2002) Ulnar styloid fractures associated with distal radius fractures: incidence and implications for distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg [Am]* 27: 965-971
43. McKee MD, Waddell JP, Yoo D et al (1997) Nonunion of distal radial fractures associated with distal ulnar shaft fractures: a report of four cases. *J Orthop Trauma* 11: 49-53
44. Mikic ZD (1995) Treatment of acute injuries of the triangular fibrocartilage complex associated with distal radioulnar joint instability. *J Hand Surg [Am]* 20: 319-323
45. Mohanti RC, Kar N (1980) Study of triangular fibrocartilage of the wrist joint in Colles' fracture. *Injury* 11: 321-324
46. Mudgal C, Hastings H (1993) Scapho-lunate diastasis in fractures of the distal radius. Pathomechanics and treatment options. *J Hand Surg [Br]* 18: 725-729
47. Nakamura R, Horii E, Imaeda T et al (1998) Ulnar styloid malunion with dislocation of the distal radioulnar joint 368. *J Hand Surg [Br]* 23: 173-175
48. Nigst H (1990) Zur Geschichte des Karpus und der karpalen Instabilität. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 22: 283-288
49. Noble J, Lamb DW (1979) Translunate scapho-radial fracture. A case report. *Hand* 11: 47-49
50. Oestern HJ (1999) Distale Radiusfrakturen. Teil I. Grundlagen und konservative Therapie. *Chirurg* 70: 1180-1192

51. Oskam J, De Graaf JS, Klasen HJ (1996) Fractures of the distal radius and scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 21: 772-774
52. Oskarsson GV, Aaser P, Hjal A (1997) Do we underestimate the predictive value of the ulnar styloid affection in Colles fractures? *Arch Orthop Trauma Surg* 116: 341-344
53. Palmer AK, Werner FW (1981) The triangular fibrocartilage complex of the wrist anatomy and function. *J Hand Surg [Am]* 6: 153-162
54. Peicha G, Fellingner M, Seibert FJ et al (1997) Skapholunäre Bandverletzungen beim akuten Handgelenktrauma. Arthroskopische Diagnose und minimal-invasive Therapie. *Unfallchirurg* 100: 430-437
55. Proubasta IR, Lluch AL (1991) Concomitant fractures of the scaphoid and the distal end of the radius: treatment by external fixation. A report of two cases. *J Bone Joint Surg [Am]* 73: 938-940
56. Rappold G, Leixnering M, Pezzeri C (2001) Diagnostik und Therapie karpaler Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 33: 221-228
57. Reichl M, Piatek S, Adolf D et al (2011) Unbehandelter Abriss des Processus styloideus ulnae: Kein schlechteres Behandlungsergebnis bei distaler Radiusfraktur. *Unfallchirurg* 114: 1099-1104
58. Richards RR, Ghose T, McBroom RJ (1992) Ipsilateral fractures of the distal radius and scaphoid treated by Herbert screw and external skeletal fixation. A report of two cases. *Clin Orthop Relat Res* 282: 219-221
59. Richards RS, Bennett JD, Roth JH et al (1997) Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *J Hand Surg [Am]* 22: 772-776
60. Ring D, McCarty LP, Campbell D et al (2004) Condylar blade plate fixation of unstable fractures of the distal ulna associated

with fracture of the distal radius. J Hand Surg [Am] 29: 103-109

61. Rosenthal DI, Schwartz M, Phillips WC et al (1983) Fracture of the radius with instability of the wrist. AJR Am J Roentgenol 141: 113-116
62. Ruch DS, Lumsden BC, Papadonikolakis A (2005) Distal radius fractures: a comparison of tension band wiring versus ulnar outrigger external fixation for the management of distal radioulnar instability. J Hand Surg [Am] 30: 969-977
63. Rutgers M, Mudgal CS, Shin R (2008) Combined fractures of the distal radius and scaphoid. J Hand Surg Eur Vol 33: 478-483
64. Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA et al (2007) Evidence based medicine: what it is and what it isn't. 1996. Clin Orthop Relat Res 455: 3-5
65. Sammer DM, Shah HM, Shauver MJ et al (2009) The effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. J Hand Surg [Am] 34: 1595-1602
66. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Gotzen L (2000) Ergebnisse nach minimal-invasiver Therapie der akuten skapholunären Dissoziation. Handchir Mikrochir Plast Chir 32: 333-338
67. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Junge A et al (2001) Arthroskopisch gesicherte Begleitverletzungen des skapholunären Bandapparates bei distalen Radiusfrakturen. Handchir Mikrochir Plast Chir 33: 229-233
68. Schädel-Höpfner M, Iwinska-Zelder J, Böhringer G et al (2001) Magnetresonanztomographie oder Arthroskopie in der Diagnostik skapholunärer Bandschäden bei distalen Radiusfrakturen? Handchir Mikrochir Plast Chir 33: 234-238
69. Schmid MR, Schertler T, Pfirrmann CW et al (2005) Interosseous ligament tears of the wrist: comparison of multi-

detector row CT arthrography and MR imaging. *Radiology* 237: 1008-1013

70. Schneiders W, Amlang M, Rammelt S et al (2005) Häufigkeit der traumatischen und chronischen skapholunären Bandläsion bei distaler Radiusfraktur. Differenziertes Behandlungsschema. *Unfallchirurg* 108: 715-720
71. Schwendenwein E, Wozasek GE, Hajdu S et al (2003) Okkulte skapholunäre Dissoziation bei distaler Radiusfraktur. *Wien Klin Wochenschr* 115: 580-583
72. Shaw JA, Bruno A, Paul EM (1990) Ulnar styloid fixation in the treatment of posttraumatic instability of the radioulnar joint: a biomechanical study with clinical correlation 378. *J Hand Surg [Am]* 15: 712-720
73. Slade JF, III, Taksali S, Safanda J (2005) Combined fractures of the scaphoid and distal radius: a revised treatment rationale using percutaneous and arthroscopic techniques. *Hand Clin* 21: 427-441
74. Slutsky DJ (2002) Wrist arthroscopy through a volar radial portal. *Arthroscopy* 18: 624-630
75. Smith JT, Keeve JP, Bertin KC et al (1988) Simultaneous fractures of the distal radius and scaphoid. *J Trauma* 28: 676-679
76. Souer JS, Ring D, Matschke S et al (2009) Effect of an unrepaired fracture of the ulnar styloid base on outcome after plate-and-screw fixation of a distal radial fracture. *J Bone Joint Surg [Am]* 91: 830-838
77. Spence LD, Savenor A, Nwachuku I et al (1998) MRI of fractures of the distal radius: comparison with conventional radiographs. *Skeletal Radiol* 27: 244-249
78. Stoffelen D, De Mulder K, Broos P (1998) The clinical importance of carpal instabilities following distal radial fractures. *J Hand Surg [Br]* 23: 512-516

79. Stoffelen D, De Smet L, Broos P (1998) The importance of the distal radioulnar joint in distal radial fractures. *J Hand Surg [Br]* 23: 507-511
80. Stother IG (1976) A report of 3 cases of simultaneous Colles' and scaphoid fractures. *Injury* 7: 185-188
81. Tang JB (1994) Carpal instability associated with fracture in distal radius. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 32: 82-86
82. Theumann N, Favarger N, Schnyder P et al (2001) Wrist ligament injuries: value of post-arthrography computed tomography. *Skeletal Radiol* 30: 88-93
83. Tountas AA, Waddell JP (1987) Simultaneous fractures of the distal radius and scaphoid. *J Orthop Trauma* 1: 312-317
84. Trumble TE, Benirschke SK, Vedder NB (1993) Ipsilateral fractures of the scaphoid and radius. *J Hand Surg [Am]* 18: 8-14
85. Tsukazaki T, Iwasaki K (1993) Ulnar wrist pain after Colles' fracture. 109 fractures followed for 4 years. *Acta Orthop Scand* 64: 462-464
86. van Schoonhoven J, Prommersberger K, Lanz U (1999) Die Bedeutung des distalen Radioulnargelenkes bei rekonstruktiven Eingriffen nach fehlerheilten körperfernen Speichenbrüchen. *Orthopäde* 28: 864-871
87. Vukov V, Ristic K, Stevanovic M et al (1988) Simultaneous fractures of the distal end of the radius and the scaphoid bone. *J Orthop Trauma* 2: 120-123
88. Walz M, Kolbow B, Mollenhoff G (2006) Distale Ulnafraktur als Begleitverletzung des körperfernen Speichenbruchs. Minimal-invasive Versorgung mittels elastisch-stabiler intramedullärer Nagelung (ESIN). *Unfallchirurg* 109: 1058-1063

89. Watson HK, Ballet FL (1984) The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. J Hand Surg [Am] 9: 358-365
90. Watson HK, Black DM (1987) Instabilities of the wrist. Hand Clin 3: 103-111
91. Watson HK, Brenner LH (1985) Degenerative disorders of the wrist. J Hand Surg [Am] 10: 1002-1006
92. Westphal T, Piatek S, Wickler S (2007) Reliabilität und Veränderungssensitivität der deutschen Version des Fragebogens Arm, Schulter und Hand (DASH). Unfallchirurg 110: 548-552
93. Wright TW, Del CM, Wheeler D (1994) Incidence of ligament lesions and associated degenerative changes in the elderly wrist. J Hand Surg [Am] 19: 313-318
94. Zenke Y, Sakai A, Oshige T et al (2009) The effect of an associated ulnar styloid fracture on the outcome after fixation of a fracture of the distal radius. J Bone Joint Surg [Br] 91: 102-107

7. Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. St. Winckler danke ich für die Überlassung des Themas sowie für die Möglichkeit, dieses in der Universitätsklinik für Unfallchirurgie Magdeburg bearbeiten zu können.

Mein besonderer Dank gilt Dr. med. Th. Westphal für seine tatkräftige Unterstützung über den gesamten Zeitraum der Arbeit und die konstruktive Kritik beim Erstellen des Manuskriptes.

Außerdem danke ich meiner Frau, die durch ihrer Geduld und Motivation, wesentlichen Anteil am Erfolg dieser Arbeit hat.

8. Erklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel

Der Einfluss knöcherner und ligamentärer
Begleitverletzungen auf das Behandlungsergebnis operativ
versorgter distaler Radiusfrakturen

in der Klinik für Unfallchirurgie (Direktor: Prof. Dr. med. St. Winckler)
der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg

mit der Unterstützung durch Dr. med. Th. Westphal

ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der
Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel
benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt
worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen
Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der
Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner
Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 04.05.2012

Unterschrift

9. Darstellung des Bildungsweges

Name	Reichl
Vorname	Michael
Geburtsdatum u. -ort	14.10.1979 in Gardelegen
Anschrift	Am Husarendenkmal 30, 22043 Hamburg
Staatsangehörigkeit	Deutsch
Familienstand	verheiratet

Ausbildung

1986-1990	Johann Wolfgang von Goethe Grundschule, Gardelegen
1990-1991	Johann Wolfgang von Goethe Oberschule, Gardelegen
1991-1998	Geschwister Scholl Gymnasium, Gardelegen Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Studium und Beruf

1998-2005	Studium der Humanmedizin, Medizinische Fakultät der Otto-von- Guericke-Universität, Magdeburg
09/2000	Ärztliche Vorprüfung
08/2001	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung mit erstem Staatsexamen
09/2003	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung mit zweitem Staatsexamen
05/2005	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung mit drittem Staatsexamen
02/2006-09/2009	Assistenzarzt, Klinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Magdeburg
09/2008-02/2009	Assistenzarzt, Interdisziplinäre Intensivstation, Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Magdeburg

10/2009-03/2011	Assistenzarzt, Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie, Asklepios Klinik Wandsbek, Hamburg
ab 04/2011	Assistenzarzt, Abteilung für Wirbelsäulen- und Skoliosechirurgie, Asklepios Klinik St. Georg, Hamburg

Veröffentlichung

12/2011	„Unbehandelter Abriss des Processus styloideus ulnae, kein schlechteres Behandlungsergebnis bei distaler Radiusfraktur“, Reichl M , Piatek S, Adolf D, Winckler S, Westphal T; Unfallchirurg. 2011 Dec; 114(12):1099-104 [PMID: 20830577]
---------	--

Poster/Vorträge

26.-28.06.2008 (Lutherstadt Wittenberg)	5. Wittenberger Konferenz Evangelischer Krankenhäuser, Vortrag Junges Forum Titel: „Einfluss des basisnahen Abriss des Processus styloideus ulnae bei distaler Radiusfraktur bei Patienten im Alter“
04.-06.12.2008 (Hamburg)	182. Tagung der Vereinigung Nordwestdeutscher Chirurgen, Poster Titel: „Einfluss des basisnahen Abriss des Processus styloideus ulnae bei distaler Radiusfraktur bei Patienten im Alter“
02.-03.09.2010 (Brandenburg/ Havel)	35. Berliner Chirurgentreffen, Vortrag Junges Forum Titel: „Ein unbehandelter Abriss des Processus styloideus ulnae verschlechtert das Behandlungsergebnis von distalen Radiusfrakturen nicht“
23.-25.10.2010 (Magdeburg)	5. Mitteldeutscher Chirurgenkongress, Poster Titel: „Ein unbehandelter Abriss des Processus styloideus ulnae verschlechtert das Behandlungsergebnis von distalen Radiusfrakturen nicht“

10. Anhang

Tabelle I: Score nach Gartland und Werley

Residual deformity		Punkte
	Prominent ulnar styloid	1
	Residual dorsal tilt	2
	Radial deviation of hand	3
Subjective evaluation		
Excellent	No pain, disability or limitation of motion	0
Good	Occasional pain, slight of motion, no disability	2
Fair	Occasional pain, some limitation of motion, feeling of weakness in wrist , no particular disability if careful, activities slightly restricted	4
Poor	Pain, limitation of motion, disability, activities more or less markedly restricted	6
Objektive evaluation [1]		
	Loss of dorsiflexion	5
	Loss of ulnar deviation	3
	Loss of supination	2
	Loss of palmar flexion	1
	Loss of radial deviation	1
	Loss of circumduction	1
	Pain in distal radio-ulnar joint	1
Compications		
Arthritis change	Minimal	1
	Minimal with pain	3
	Moderate	2
	Moderate with pain	4
	Severe	3
	Severe with pain	5
	Nerve complications (median)	1-3
	Poor finger function due to cast	1-3

Result: 0-2 excellent, 3-8 good, 9-20 fair, >20 poor

[1] The objective evaluation is based upon the following ranges of motion as being the minimum for normal function: dorsiflexion 45°, palmar flexion 30°, radial deviation 15°, ulnar deviation 15°, pronation 50°, supination 50°

Tabelle II: Score nach Castaing

Subjektive Angaben		Punkte
Perfekt	Keine Beschwerden	0
Befriedigend	Alle Handgriffe möglich, selten Beschwerden	1
Genügend	Alle Handgriffe möglich, oft Beschwerden bei Belastung	2
Ordentlich	Gewisse Handgriffe unmöglich	4
Ungenügend	Mehrere Handgriffe unmöglich, manuelle Tätigkeit eingeschränkt	6
Schlecht	Mehrere Handgriffe unmöglich, manuelle Tätigkeit sehr reduziert	8
Sehr schlecht	Unbrauchbare Hand	9
Funktion		
Normal		0
Dorsalflexion	45-50°	1
	15-15°	2
	15-10°	3
Palmarflexion	<45°	1
Ulnarabduktion	30-15°	1
	15-0°	2
Radialabduktion	Eingeschränkt	1
Pronation-Supination	130-90°	1
	<90°	2
Röntgenbild [1]		
Normal		0
Dorsalkippung	5-10°	1
	10-20°	2
	>20°	3
Radialkippung	10-20°	1
	>20°	2
Arthrosezeichen	+	1
	++	2
Ulnarvorschub	2-4 mm	1
	>4 mm	2

Resultat: 0 perfekt, 1-5 gut, 6-11 genügend, 12-15 mäßig, 16-25 schlecht, >25 sehr schlecht

[1] Bewertung Röntgenbild. Bleibender Stellungsverlust im Vergleich zur Gegenseite

Tabelle III: Fragebogen DASH, deutsche Fassung

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

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

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

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

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

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

Oberhaupt 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 reuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

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

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

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

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte reuzen 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

Auswertung DASH: Addieren Sie die angekreuzten Antworten (Nr. 1 bis 30); subtrahieren Sie 30; dividieren Sie durch 1,2 = DASH-Wert.
Falls Antworten fehlen, beachten Sie die detaillierten Anweisungen

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

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

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

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

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

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

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

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

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

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

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

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



Deutsche Version: Guenter Gemann, Angela Harth, Gerhard Wind, Erhan Demir
 Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie
 – Schwertraumverletztenzentrum –
 BG- Unfallklinik Ludwigshafen
 Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg

© IWH & AAOS & COMSS 1997

Tabelle IV: multivariate Varianzanalysen für die funktionellen Ergebnisse (inkl. Tests der einzelnen Zwischensubjekteffekte)

Multivariate Tests(c)

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Konstanter Term	Hotelling-Spur	,096	3,193	7,000	232,000	,003
Alter	Hotelling-Spur	,014	,451	7,000	232,000	,869
Geschlecht	Hotelling-Spur	,107	3,546	7,000	232,000	,001
AO-Klassifikation	Hotelling-Spur	,046	,764	14,000	462,000	,709
Fraktur auf Seite der Händigkeit	Hotelling-Spur	,233	7,706	7,000	232,000	,000
Verfahren	Hotelling-Spur	,144	1,182	28,000	922,000	,237
Fernandez-Klassifikation	Hotelling-Spur	,051	,838	14,000	462,000	,627

c Design: Konstanter Term+Alter+Geschlecht+AO-Klassifikation+Fraktur auf Seite der Händigkeit+Verfahren+Fernandez-Klassifikation

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	
Korrigiertes Modell	Extension Differenz	3617,047(a)	11	328,822	2,945	,001	
	Flexion Differenz	1431,044(b)	11	130,095	1,087	,372	
	Radialduktion Differenz	623,902(c)	11	56,718	1,423	,163	
	Ulnarduktion Differenz	644,810(d)	11	58,619	,758	,682	
	Pronation Differenz	502,298(e)	11	45,663	,895	,546	
	Supination Differenz	2307,324(f)	11	209,757	2,090	,022	
	Griffstärke Differenz	1551,839(g)	11	141,076	3,366	,000	
	Konstanter Term	Extension Differenz	1512,436	1	1512,436	13,544	,000
		Flexion Differenz	1898,755	1	1898,755	15,866	,000
		Radialduktion Differenz	32,612	1	32,612	,818	,367
Ulnarduktion Differenz		486,158	1	486,158	6,284	,013	
Pronation Differenz		38,194	1	38,194	,749	,388	
Supination Differenz		319,780	1	319,780	3,186	,076	
Griffstärke Differenz		318,422	1	318,422	7,598	,006	
Alter		Extension Differenz	23,217	1	23,217	,208	,649
		Flexion Differenz	34,758	1	34,758	,290	,590
		Radialduktion Differenz	43,187	1	43,187	1,083	,299
	Ulnarduktion Differenz	,368	1	,368	,005	,945	
	Pronation Differenz	9,308	1	9,308	,183	,670	

	Supination	,014	1	,014	,000	,991
	Differenz					
	Griffstärke	29,379	1	29,379	,701	,403
	Differenz					
Geschlecht	Extension	9,104	1	9,104	,082	,775
	Differenz					
	Flexion	23,526	1	23,526	,197	,658
	Differenz					
	Radialduktion	1,431	1	1,431	,036	,850
	Differenz					
	Ulnarduktion	94,615	1	94,615	1,223	,270
	Differenz					
	Pronation	4,849	1	4,849	,095	,758
	Differenz					
A0-Klassifikation	Supination	32,258	1	32,258	,321	,571
	Differenz					
	Griffstärke	683,807	1	683,807	16,317	,000
	Differenz					
	Extension	345,682	2	172,841	1,548	,215
	Differenz					
	Flexion	208,207	2	104,104	,870	,420
	Differenz					
	Radialduktion	46,355	2	23,178	,581	,560
	Differenz					
Fraktur auf Seite der Händigkeit	Ulnarduktion	31,599	2	15,800	,204	,815
	Differenz					
	Pronation	5,722	2	2,861	,056	,945
	Differenz					
	Supination	53,655	2	26,827	,267	,766
	Differenz					
	Griffstärke	132,437	2	66,218	1,580	,208
	Differenz					
	Extension	1635,357	1	1635,357	14,645	,000
	Differenz					
Verfahren	Flexion	291,751	1	291,751	2,438	,120
	Differenz					
	Radialduktion	426,228	1	426,228	10,693	,001
	Differenz					
	Ulnarduktion	90,501	1	90,501	1,170	,281
	Differenz					
	Pronation	131,509	1	131,509	2,579	,110
	Differenz					
	Supination	3,575	1	3,575	,036	,850
	Differenz					
Fernandez-Klassifikation	Griffstärke	120,589	1	120,589	2,878	,091
	Differenz					
	Extension	853,840	4	213,460	1,912	,109
	Differenz					
	Flexion	267,572	4	66,893	,559	,693
	Differenz					
	Radialduktion	100,902	4	25,226	,633	,640
	Differenz					
	Ulnarduktion	349,996	4	87,499	1,131	,343
	Differenz					
Fernandez-Klassifikation	Pronation	315,250	4	78,813	1,545	,190
	Differenz					
	Supination	1967,826	4	491,957	4,902	,001
	Differenz					
Fernandez-Klassifikation	Griffstärke	183,414	4	45,854	1,094	,360
	Differenz					
	Extension	266,772	2	133,386	1,194	,305
	Differenz					
Fernandez-Klassifikation	Flexion	577,496	2	288,748	2,413	,092
	Differenz					

Fehler	Radialduktion	34,860	2	17,430	,437	,646
	Differenz					
	Ulnarduktion	95,417	2	47,708	,617	,541
	Differenz					
	Pronation	38,700	2	19,350	,379	,685
	Differenz					
	Supination	106,143	2	53,071	,529	,590
	Differenz					
	Griffstärke	134,205	2	67,103	1,601	,204
	Differenz					
	Extension	26577,369	238	111,670		
Differenz						
Flexion	28482,332	238	119,674			
Differenz						
Radialduktion	9486,498	238	39,859			
Differenz						
Ulnarduktion	18413,290	238	77,367			
Differenz						
Pronation	12137,702	238	50,999			
Differenz						
Supination	23884,776	238	100,356			
Differenz						
Griffstärke	9973,905	238	41,907			
Differenz						
Gesamt	Extension	48926,000	250			
	Differenz					
	Flexion	60916,000	250			
	Differenz					
	Radialduktion	12800,000	250			
	Differenz					
	Ulnarduktion	25975,000	250			
	Differenz					
	Pronation	13850,000	250			
	Differenz					
	Supination	29325,000	250			
Differenz						
Griffstärke	17856,000	250				
Differenz						
Korrigierte Gesamtvariation	Extension	30194,416	249			
	Differenz					
	Flexion	29913,376	249			
	Differenz					
	Radialduktion	10110,400	249			
	Differenz					
	Ulnarduktion	19058,100	249			
	Differenz					
	Pronation	12640,000	249			
	Differenz					
	Supination	26192,100	249			
Differenz						
Griffstärke	11525,744	249				
Differenz						

a R-Quadrat = ,120 (korrigiertes R-Quadrat = ,079)

b R-Quadrat = ,048 (korrigiertes R-Quadrat = ,004)

c R-Quadrat = ,062 (korrigiertes R-Quadrat = ,018)

d R-Quadrat = ,034 (korrigiertes R-Quadrat = -,011)

e R-Quadrat = ,040 (korrigiertes R-Quadrat = -,005)

f R-Quadrat = ,088 (korrigiertes R-Quadrat = ,046)

g R-Quadrat = ,135 (korrigiertes R-Quadrat = ,095)

Multivariate Tests(c)

Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Konstanter Term	Hotelling-Spur	,132	9,262	3,000	211,000	,000
Alter	Hotelling-Spur	,032	2,264	3,000	211,000	,082
Geschlecht	Hotelling-Spur	,007	,478	3,000	211,000	,698
AO- Klassifikation	Hotelling-Spur	,030	1,060	6,000	420,000	,386
Fraktur auf Seite der Händigkeit	Hotelling-Spur	,031	2,174	3,000	211,000	,092
Verfahren	Hotelling-Spur	,119	2,087	12,000	629,000	,016
Fernandez- Klassifikation	Hotelling-Spur	,040	1,405	6,000	420,000	,211

c Design: Konstanter Term+Alter+Geschlecht+AO-Klassifikation+Fraktur auf Seite der Händigkeit+Verfahren+Fernandez-Klassifikation

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	Gartland/Werley(Punkte)	329,999(a)	11	30,000	1,753	,064
	Castaing(Punkte)	256,002(b)	11	23,273	2,055	,025
	DASH Punkte	3623,142(c)	11	329,377	,826	,614
Konstanter Term	Gartland/Werley(Punkte)	372,140	1	372,140	21,742	,000
	Castaing(Punkte)	88,782	1	88,782	7,841	,006
	DASH Punkte	1175,592	1	1175,592	2,948	,087
Alter	Gartland/Werley(Punkte)	72,442	1	72,442	4,232	,041
	Castaing(Punkte)	75,328	1	75,328	6,653	,011
	DASH Punkte	1190,697	1	1190,697	2,986	,085
Geschlecht	Gartland/Werley(Punkte)	13,335	1	13,335	,779	,378
	Castaing(Punkte)	15,273	1	15,273	1,349	,247
	DASH Punkte	101,910	1	101,910	,256	,614
A0- Klassifikation	Gartland/Werley(Punkte)	61,365	2	30,682	1,793	,169
	Castaing(Punkte)	48,123	2	24,061	2,125	,122
	DASH Punkte	17,827	2	8,914	,022	,978
Fraktur auf Seite der Händigkeit	Gartland/Werley(Punkte)	46,954	1	46,954	2,743	,099
	Castaing(Punkte)	2,257	1	2,257	,199	,656
	DASH Punkte	119,294	1	119,294	,299	,585
Verfahren	Gartland/Werley(Punkte)	186,586	4	46,647	2,725	,030
	Castaing(Punkte)	103,137	4	25,784	2,277	,062
	DASH Punkte	1996,699	4	499,175	1,252	,290
Fernandez- Klassifikation	Gartland/Werley(Punkte)	8,780	2	4,390	,256	,774
	Castaing(Punkte)	45,568	2	22,784	2,012	,136
	DASH Punkte	222,840	2	111,420	,279	,756
Fehler	Gartland/Werley(Punkte)	3645,664	213	17,116		
	Castaing(Punkte)	2411,838	213	11,323		
	DASH Punkte	84926,160	213	398,714		
Gesamt	Gartland/Werley(Punkte)	16805,000	225			
	Castaing(Punkte)	9825,000	225			
	DASH Punkte	158974,667	225			
Korrigierte	Gartland/Werley(Punkte)	3975,662	224			

Gesamtvariation	Castaing(Punkte)	2667,840	224			
	DASH Punkte	88549,302	224			

- a R-Quadrat = ,083 (korrigiertes R-Quadrat = ,036)
b R-Quadrat = ,096 (korrigiertes R-Quadrat = ,049)
c R-Quadrat = ,041 (korrigiertes R-Quadrat = -,009)

Tabelle V: multivariate Varianzanalysen für die radiologischen Ergebnisse (inkl. Tests der einzelnen Zwischensubjekteffekte)

Multivariate Tests(c)

Effekt	Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Signifikanz
Konstanter Term	,037	1,120	4,000	121,000	,350
Alter	,065	1,964	4,000	121,000	,104
Geschlecht	,057	1,737	4,000	121,000	,146
AO-Klassifikation	,084	1,256	8,000	240,000	,267
Fraktur auf Seite der Händigkeit	,002	,050	4,000	121,000	,995
Verfahren	,258	1,927	16,000	478,000	,016
Fernandez-Klassifikation	,066	,991	8,000	240,000	,444

c Design: Konstanter Term+Alter+Geschlecht+AO-Klassifikation+Fraktur auf Seite der Händigkeit+Verfahren+Fernandez-Klassifikation

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	Gelenkwinkel p.a. Differenz	589,998(a)	11	53,636	1,446	,161
	Gelenkwinkel seitlich	4499,237(b)	11	409,022	2,986	,001
	Differenz Ulnavorschub	114,206(c)	11	10,382	1,794	,062
	Differenz Radiuslänge	107,026(d)	11	9,730	1,100	,366
Konstanter Term	Gelenkwinkel p.a. Differenz	12,795	1	12,795	,345	,558
	Gelenkwinkel seitlich	576,289	1	576,289	4,206	,042
	Differenz Ulnavorschub	,095	1	,095	,016	,898
	Differenz Radiuslänge	,314	1	,314	,036	,851
Alter	Gelenkwinkel p.a. Differenz	31,757	1	31,757	,856	,357
	Gelenkwinkel seitlich	770,883	1	770,883	5,627	,019
	Differenz Ulnavorschub	4,589	1	4,589	,793	,375
	Differenz Radiuslänge	11,363	1	11,363	1,285	,259
Geschlecht	Gelenkwinkel p.a. Differenz	33,198	1	33,198	,895	,346

A0-Klassifikation	Gelenkwinkel seitlich	337,237	1	337,237	2,462	,119
	Differenz					
	Ulnavorschub	18,276	1	18,276	3,158	,078
	Differenz					
	Radiuslänge	11,382	1	11,382	1,287	,259
	Differenz					
	Gelenkwinkel p.a. Differenz	228,080	2	114,040	3,074	,050
	Gelenkwinkel seitlich	96,947	2	48,473	,354	,703
	Differenz					
	Ulnavorschub	20,076	2	10,038	1,735	,181
Differenz						
Radiuslänge	32,766	2	16,383	1,853	,161	
Differenz						
Fraktur auf Seite der Händigkeit	Gelenkwinkel p.a. Differenz	4,417	1	4,417	,119	,731
	Gelenkwinkel seitlich	3,844	1	3,844	,028	,867
	Differenz					
	Ulnavorschub	,096	1	,096	,017	,898
Differenz						
Verfahren	Radiuslänge	1,437	1	1,437	,162	,688
	Differenz					
	Gelenkwinkel p.a. Differenz	70,788	4	17,697	,477	,752
	Gelenkwinkel seitlich	2218,069	4	554,517	4,048	,004
	Differenz					
	Ulnavorschub	45,056	4	11,264	1,947	,107
	Differenz					
	Radiuslänge	32,683	4	8,171	,924	,452
Differenz						
Fernandez-Klassifikation	Gelenkwinkel p.a. Differenz	100,645	2	50,323	1,357	,261
	Gelenkwinkel seitlich	285,536	2	142,768	1,042	,356
	Differenz					
	Ulnavorschub	14,235	2	7,117	1,230	,296
Differenz						
Fehler	Radiuslänge	11,579	2	5,790	,655	,521
	Differenz					
	Gelenkwinkel p.a. Differenz	4599,759	124	37,095		
	Gelenkwinkel seitlich	16988,146	124	137,001		
	Differenz					
	Ulnavorschub	717,528	124	5,787		
Differenz						
Gesamt	Radiuslänge	1096,362	124	8,842		
	Differenz					
	Gelenkwinkel p.a. Differenz	5371,000	136			
	Gelenkwinkel seitlich	25194,000	136			
	Differenz					
	Ulnavorschub	1060,172	136			
Differenz						
Korrigierte Gesamtvariation	Radiuslänge	1215,194	136			
	Differenz					
	Gelenkwinkel p.a. Differenz	5189,757	135			
	Gelenkwinkel	21487,382	135			

seitlich Differenz Ulnavorschub Differenz Radiuslänge Differenz	831,734 1203,388	135 135			
--	---------------------	------------	--	--	--

- a R-Quadrat = ,114 (korrigiertes R-Quadrat = ,035)
- b R-Quadrat = ,209 (korrigiertes R-Quadrat = ,139)
- c R-Quadrat = ,137 (korrigiertes R-Quadrat = ,061)
- d R-Quadrat = ,089 (korrigiertes R-Quadrat = ,008)