

Diplomarbeit

**Wiederbeginn von Arbeit und funktionelles Ergebnis
nach operativ versorgten distalen Radiusfrakturen bei
Patientinnen/Patienten unter 63/65 Jahren
Eine retrospektive Datenauswertung**

eingereicht von

Rocco Claudio Botrugno

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie

unter der Anleitung von

Assoz. Prof.-Priv.-Doz. Dr. med. Patrick Sadoghi

und

Dr. med. univ. Georg Hauer

Graz, am 23.09.2020

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 23.09.2020

Rocco Claudio Botrugno eh

Danksagungen

Herrn Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. med. Patrick Sadoghi sowie Univ.-Prof. Dr. med. Andreas Leithner möchte ich herzlichst für die Möglichkeit danken, diese Diplomarbeit an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie Graz verfassen zu können.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. univ. Georg Hauer für seine ausgezeichnete Unterstützung, Geduld und Hilfsbereitschaft, die er mir über den gesamten Zeitraum dieser Diplomarbeit entgegengebracht hat. Die Betreuung hätte angenehmer und konstruktiver nicht sein können.

Ein außerordentliches Dankeschön geht außerdem an Christoph Listl, Björn Luxa und Hannah Müller-Huck für Euren Rat sowie für Eure durchgehende Motivation und Unterstützung.

Zudem möchte ich mich noch bei meinen Eltern Salvatore und Petra sowie bei meiner Schwester Celina Botrugno bedanken, die während meines gesamten Studiums hinter mir standen und ohne welche dieses nicht möglich gewesen wäre.

Zusammenfassung

Hintergrund: In Anbetracht dessen, dass die distale Radiusfraktur den häufigsten Knochenbruch des Menschen darstellt, ist es nicht verwunderlich, dass ihre operative Versorgung einer der häufigsten Eingriffe im unfallchirurgischen Berufsalltag geworden ist. Da es jedoch noch keine einheitlichen Daten bezüglich der Rekonvaleszenzzeit bis zum Wiederbeginn der beruflichen Tätigkeit sowie über das postoperative funktionelle Outcome in der Literatur gab, war es das Ziel der Studie, diese Daten in einer retrospektiven Datenauswertung zu eruieren.

Methode: Nach einer initialen Suche in openMEDOCS konnten 67 Patientinnen und Patienten (39 weiblich, 28 männlich) über die Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie des LKH Graz kontaktiert und für unsere Studie rekrutiert werden. Dabei wurden die Daten durch einen eigens für diese Studie zusammengestellten Fragebogen (inklusive DASH-, PRWE-, NRS-Score) sowie durch eine gezielte Suche bei openMEDOCS (EDV-System des LKH Graz) und durch eine Analyse der radiologischen Untersuchungen bei PACS (Picture Archiving and Communication System) erhoben.

Ergebnisse: Die mittlere Dauer, bis die Berufstätigkeit nach der Operation wieder aufgenommen werden konnte, betrug $10,0 \pm 9,0$ Wochen ohne signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen der AO-Klassifikation ($p = 0,624$). Bezüglich des DASH-Scores gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beobachteten o.g. Gruppen ($p = 0,850$) bei einem mittleren postoperativen Wert von $11,7 \pm 14,2$. Der mittlere postoperative PRWE-Score betrug $15,6 \pm 17,2$ und zeigte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen der AO-Klassifikation ($p = 0,812$).

Diskussion: Das durchschnittliche funktionelle Outcome der operativ versorgten distalen Radiusfrakturen ließ sich mit bestehender Literatur vergleichen und war zufriedenstellend. Im Durchschnitt bestanden nur dezente Einschränkungen bezüglich der Funktionalität des Handgelenks, was durch die Patientin bzw. den Patienten aber nicht als Problem wahrgenommen wurde. Nur selten kam es zu schmerzbedingten oder funktionellen Einschränkungen im täglichen Leben. Die berufliche Tätigkeit konnte durchschnittlich nach $10,0 \pm 9,0$ Wochen wieder aufgenommen werden.

Abstract

Background: Considering the fact, that the distal radius fracture is the most common bone fracture in humans, it is not surprising that its surgical care has become one of the most common interventions in everyday trauma surgery. However, since there were no uniform data regarding the convalescence time until the return to work as well as about the postoperative functional outcome in the literature, it was the goal to determine this data in a retrospective data analysis.

Methods: After an initial search in openMEDOCS, 67 patients (39 females, 28 males) could be contacted via the University Clinic for Orthopedics and Trauma at the Landeskrankenhaus Graz and recruited for our study. The data were collected by means of a questionnaire compiled specifically for this study (including DASH, PRWE and NRS score) as well as a targeted search at openMEDOCS (EDP system of the LKH Graz) and an analysis of the radiological examinations at PACS (Picture Archiving and Communication System).

Results: The mean length of time until employment could be resumed 10.0 ± 9.0 weeks after the operation with no significant difference between the three groups of the AO classification ($p = 0.624$). With regard to the DASH score, there was no significant difference between the above observed groups ($p = 0.850$) with a mean postoperative value of 11.7 ± 14.2 . The mean postoperative PRWE score was 15.6 ± 17.2 and also showed no significant difference between the groups in the AO classification ($p = 0.812$).

Discussion: The average functional outcome of distal radius fractures treated with surgery was in line with existing literature and satisfactory. On average, there were only subtle restrictions regarding the functionality of the wrist, but this was not negatively perceived by the patients. Painful or functional limitations in daily life were rare. The professional activity could be resumed after an average of 10.0 ± 9.0 weeks.

Inhaltsverzeichnis

<i>Eidesstattliche Erklärung</i>	<i>i</i>
<i>Danksagungen</i>	<i>ii</i>
<i>Zusammenfassung</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iv</i>
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>v</i>
<i>Glossar und Abkürzungen</i>	<i>vii</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>ix</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>x</i>
1 Einleitung	1
1.1 Definition	1
1.2 Anatomie und Kinetik	1
1.3 Histologischer Knochenaufbau und -funktion	4
1.4 Frakturlehre	5
1.4.1 Allgemeine Frakturlehre.....	5
1.4.2 Frakturformen	8
1.4.3 Frakturheilung	9
1.4.4 Störungen der Frakturheilung	11
1.5 Epidemiologie und Ätiologie der Radiusfraktur	12
1.6 Klinik	13
1.7 Diagnostik und bildgebende Verfahren	14
1.8 Klassifikationen	16
1.8.1 AO-Klassifikation Allgemein	16
1.8.2 AO-Klassifikation der distalen Radius- und Ulnafraktur	17
1.8.3 Klassifikation nach Frykman	19
1.8.4 Einteilung nach Fernandez	20
1.8.5 Frakturbezeichnungen durch Eigennamen.....	20
1.8.6 Instabilitätskriterien	21
1.9 Allgemeine Therapie	22
1.9.1 Analgetische Therapie vor einer Reposition.....	22
1.9.2 Repositionstechniken	24
1.10 Konservative Therapie	26
1.10.1 Nachbehandlung der konservativen Therapie im Gips.....	29
1.10.2 Komplikationen der konservativen Therapie im Gips.....	29
1.11 Operative Therapie	30
1.11.1 Operationstechniken bei Radiusosteosynthese	31
1.11.2 Kirschner-Draht-Osteosynthese	32
1.11.3 Fixateur externe.....	34
1.11.4 Perkutane Schraubenosteosynthese	36
1.11.5 Konventionelle und winkelstabile Plattenosteosynthesen.....	37
1.11.6 Dorsale Plattenosteosynthese	38
1.11.7 Palmare Plattenosteosynthese	40

1.11.8	Intramedulläre Osteosynthese am distalen Radius	42
1.11.9	Spezielle postoperative Komplikationen	43
2	<i>Material und Methoden</i>	47
2.1	Relevanz und Zielsetzung der Studie	47
2.2	Studiendesign	48
2.3	Rekrutierung der Patientinnen/Patienten	48
2.4	Datenerhebung bei openMEDOCS	50
2.5	Datenerhebung bei PACS (Picture Archiving and Communication System).....	51
2.6	Patientinnen/Patienten-Fragebogen und Scores	51
2.6.1	Numerische Rating-Skala (NRS)	52
2.6.2	DASH Score (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score).....	53
2.6.3	PRWE Score (Patient-Rated Wrist Evaluation Score)	55
2.7	Statistische Analyse.....	57
3	<i>Ergebnisse – Resultate</i>	58
3.1	Studienteilnehmerinnen-/Studienteilnehmerkollektiv	58
3.2	Operationszeiten und Immobilisierung im Gipsverband	59
3.3	Wiederbeginn der Arbeit nach einer distalen Radiusosteosynthese.....	60
3.4	Funktionelles Ergebnis nach distaler Radiusosteosynthese	62
3.4.1	Auswertung des postoperativen NRS Scores	62
3.4.2	Auswertung des postoperativen DASH Scores	62
3.4.3	Auswertung des postoperativen PRWE Scores	65
4	<i>Diskussion</i>	67
5	<i>Schlussfolgerung</i>	71
6	<i>Literaturverzeichnis</i>	72
	<i>Anhang – Fragebogen</i>	78
	<i>Anhang – Anschreiben</i>	85

Glossar und Abkürzungen

a.-p. – anterior-posterior

AAOS – American Academy of Orthopaedic Surgeons

anato. – anatomisch

AO – Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

Art. – Articulatio

BMI – Body-Mass-Index

BV – Bildwandler

bzw. – beziehungsweise

ca. – circa

CRPS – complex regional pain syndrome

CT – Computertomographie

CTS – Karpaltunnelsyndrom

d.-p. – dorsopalmar

d.h. – das heißt

DASH Score – Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score

EZM – Extrazellulärmatrix

ggf. – gegebenenfalls

i.v. – intravenös

IWH – Institute for Work and Health

K-Drähte – Kirschner-Drähte

Lig. – Ligamentum

LKH Graz – Landeskrankenhaus-Universitätsklinikum Graz

M. – Musculus

max. – maximal

ME – Materialentfernung

min – Minuten

MRT – Magnetresonanztomographie

NRS – Numerische Rating-Skala

o.g. – oben genannten

one-way ANOVA – one -way analysis of variance

OP – Operation

OPG – Osteoprotegerin

ORIF – offene Reposition mit interner Fixation
Proc. – Processus
PRWE Score – Patient-Rated Wrist Evaluation Score
RANKL – Receptor Activator of NF- κ B Ligand
SD – Standardabweichung
SL-Spalt – skapholunärer Gelenkspalt
TFCC – triangulärer fibroartilaginärer Komplex
V.a. – Verdacht auf
VAS – Visuelle Analogskala
z.B. – zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Radius mit Ulna von ventral rechts (5)	2
Abbildung 2: Bewegungsmöglichkeiten im proximalen und distalen Handgelenk (6).....	3
Abbildung 3: Frakturformen - Verlauf der Frakturlinien (11)	8
Abbildung 4: Frakturformen – Entstehungsmechanismus (12).....	9
Abbildung 5: AO-Klassifikation 23- Radius/Ulna distal (28).....	19
Abbildung 6: Aushängemanöver im Längszug (32).....	25
Abbildung 7: Manuelle Reposition im Aushang (33)	26
Abbildung 8: Kirschner-Draht-Osteosynthese bei distaler Radiusfraktur (29).....	34
Abbildung 9: Fixateur externe (26)	36
Abbildung 10: Schraubenosteosynthese bei Chauffeur-Fraktur (25)	37
Abbildung 11: Palmare und dorsale Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur (24). 37	
Abbildung 12: Prinzip der winkelstabilen Schraubensysteme (23).....	38
Abbildung 13: Versorgung einer dist. Radiusfraktur mit einem TargonR-DR-Nagel (17). 43	
Abbildung 14: Rekrutierung der Patientinnen/Patienten.....	50
Abbildung 15: Numerische Rating-Skala (NRS)	53
Abbildung 16: Geschlechterverteilung und AO-Klassifikation	58
Abbildung 17: Berufstätigkeit der Patientinnen/Patienten bis 6 Monaten präoperativ	60
Abbildung 18: Berufstätigkeit der Patientinnen/Patienten postoperativ	61
Abbildung 19: Wiederbeginn der Arbeit	61
Abbildung 20: Postoperativer NRS der Patientinnen/Patienten	62
Abbildung 21: AO-Klassifikation - Mittelwert DASH-Score (postoperativ)	63
Abbildung 22: Verteilung DASH Score (postoperativ)	64
Abbildung 23: AO-Klassifikation - Mittelwert PRWE-Score (postoperativ)	65
Abbildung 24: Verteilung PRWE-Score (postoperativ).....	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Komplette/inkomplette Frakturen (5).....	6
Tabelle 2: Dislozierte/nicht dislozierte Frakturen (5).....	7
Tabelle 3: Geschlossene/offene Frakturen n. Tscherne u. Oestern (1982) (5).....	7
Tabelle 4: AO-Klassifikation (8).....	18
Tabelle 5: Einteilung nach Frykman (8).....	20
Tabelle 6: Einteilung nach Fernandez (8).....	20
Tabelle 7: Frakturbezeichnungen durch Eigennamen (8).....	21
Tabelle 8: OP-Verfahren und ihre Komplikationshäufigkeit (23).....	45
Tabelle 9: Ein-/Ausschlusskriterien der Studie	49
Tabelle 10: OP-Zeiten	59
Tabelle 11: Zeitraum Ruhigstellung Gipsverband.....	59

1 Einleitung

1.1 Definition

Die distale Radiusfraktur ist eine in der Regel traumatisch und/oder osteoporotisch bedingte knöcherner Kontinuitätsunterbrechung des Os radius, auf deutsch der Speiche, an seiner der Körpermitte entfernt gelegenen bzw. handgelenksnahen Struktur.

1.2 Anatomie und Kinetik

Der Radius (Speiche) ist zusammen mit der Ulna (Elle) einer der Knochen des Unterarms. Beide artikulieren distal in der Art. radioulnaris distalis sowie proximal in der Art. radioulnaris proximalis und sind zudem durch die Membrana interossea antebrachii miteinander gekoppelt (1). Die Membrana interossea antebrachii dient zum einen der Sicherung gegen eine Verschiebung der beiden Knochen gegeneinander in der Längsachse, zum anderen nutzen sie diverse Unterarmmuskeln als ihre Ursprungsfläche (54). Am proximalen Teil des Radius befindet sich der Kopf, das Caput radii mit seinem Hals dem Collum radii. Ligamentär wird das Caput radii hier durch das Lig. anulare radii umfasst, mit der Ulna verbunden und bildet mit ihr gemeinsam die Art. radioulnare proximalis.

Etwas weiter proximal liegt ventro-medial die Tuberositas radii, welche den Ansatz für den M. biceps brachii darstellt. Das Corpus radii wird von drei Flächen sowie aus drei Kanten gebildet (53). Zu den Flächen gehören die Facies posterior, anterior sowie lateralis und zu den Kanten die Margines posterior, anterior und interosseus.

An seinem distalen Ende trägt der Radius seine elliptisch-konkave Gelenkfläche, die Facies articularis carpalis, welche um 30° nach ulnar ansteigt und nach palmar um 10° abkippt (53). Medial bildet die Gelenkfläche die Incisura ulnaris zur Aufnahme des Caput ulnae, bildet so die Art. radioulnaris distalis und endet lateral im Proc. styloideus radii (53). Als Radgelenk bewegt sich die mit hyalinem Knorpel

überzogene Incisura ulnaris radii des Radius in Supination und Pronation um die festgestellte und ebenfalls mit Knorpel überzogene Circumferentia articularis ulnae der Elle (54).

Die Gelenkkapsel zeigt sich hier weit und schlaff, bildet so einen Recessus sacciformis und erlaubt eine Pronation und Supination von jeweils 80 bis 90° der Hand (4). Auf der dorsalen Seite des distalen Endes des Radius zeigt sich eine höckerartige Struktur, das Tuberculum dorsale radii, welches auch Tuberculum listeri genannt wird.

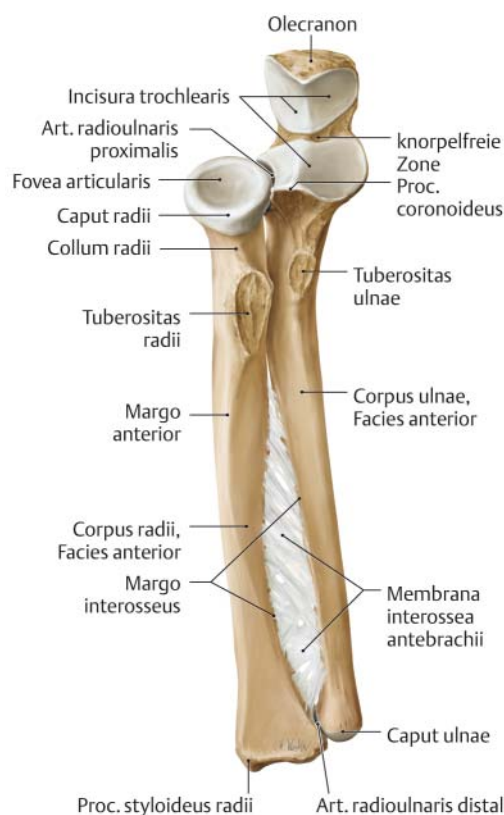


Abbildung 1: Radius mit Ulna von ventral rechts (5)

Im Handgelenk unterscheidet man zwei Hauptgelenke, die sich gegenüber dem Unterarm bewegen (4). Zum einen das proximale Handgelenk, welche Art. radiocarpalis genannt wird und ein Eigelenk (Art. ellipsoidea) mit zwei Freiheitsgraden ist, zum anderen das distale Handgelenk, die Art. mediocarpalis welche morphologisch ein „verzahntes Scharniergelenk“ darstellt (4). Beide zusammen bilden im Handgelenk eine funktionelle Einheit (4).

Den Gelenkkopf der Art. radiocarpalis bilden die Handwurzelknochen Os scaphoideum, Os lunatum und das Os triquetrum, die Gelenkpfanne der Facies articularis carpalis und der Discus ulnocarpalis (54). Die Art. mediocarpalis liegt zwischen proximaler und distaler Handwurzelreihe, seine proximal gelegene Gelenkpfanne entsteht durch die Handwurzelknochen Os scaphoideum, Os lunatum sowie das Os triquetrum, der distal liegende Gelenkkopf wird durch das Os hamatum und Os capitatum gebildet (54).

Die Handwurzelknochen sind untereinander verbunden und bilden Nebengelenke, die Articulationes intercarpales, so erlauben sie dezente Verschiebungen gegeneinander und ermöglichen zusammen mit den Karpometakarpalgelenken und der Metakarpalknochen die für die Greiffunktion der Hand notwendige Verformbarkeit (4).

Die Bewegungsmöglichkeiten des proximalen und distalen Handgelenks erlauben zusammen eine Dorsalextension von 60° , eine Palmarflexion von 80° sowie eine Radialabduktion von 20° und eine Ulnarabduktion von 40° .

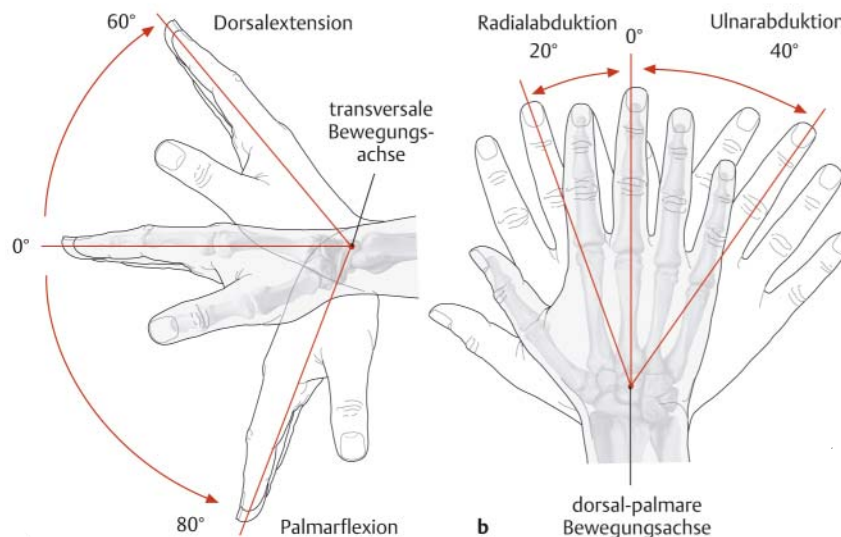


Abbildung 2: Bewegungsmöglichkeiten im proximalen und distalen Handgelenk (6)

1.3 Histologischer Knochenaufbau und -funktion

Knochengewebe besteht aus der Grundsubstanz, der so genannten extrazellulären Matrix (EZM), welche mineralisiert ist, sowie aus verschiedenen Typen von Knochenzellen (7). Aus chemischer Sicht besteht der Knochen zu 45% aus anorganischen Mineralien, zu 30% aus organischen Materialien und zu 25% aus Wasser (7). Die mineralisierte Extrazellulärmatrix (EZM) besteht zum größten Teil aus kristallinem Hydroxyapatit und zum anderen, vorwiegend aus Typ I bestehenden, Kollagenfibrillen (7). Die Kollagenfibrillen sind in ihrer Architektur spezifisch für das Knochenalter. So zeigen sich die Fibrillen im noch unreifen Knochengewebe geflechtartig verwoben, wodurch dieser junge Knochen auch den Namen Geflechtknochen trägt (7). Im älteren und reifen Knochen erscheinen die Knochenfibrillen histologisch lamellenartig in Schichten angelegt, weshalb dieser Lamellenknochen genannt wird (7).

Makroskopisch kann man den Knochen von innen nach außen in zwei Formen unterteilen, den spongiösen (Substantia spongiosa) und den kompakten (Substantia compacta/Kortikalis). Die Spongiosa besteht aus Knochenbälkchen, den so genannten Trabekeln, welche ein schwammartiges Netzwerk bilden und so eine verbesserte Verteilung der Belastung auf den Knochen erlauben (8). In der Substantia compacta zeigen sich die Trabekeln hoch verdichtet und bilden zahlreiche konzentrische Lamellensysteme, welche Osteone oder auch Havers-Systeme genannt werden (7, 8). Hier verlaufen in den Havers-Kanälen, welche mit Endost ausgekleidet und direkt oder indirekt mit der Markhöhle verbunden sind, Kapillaren, Bindegewebszellen und Nervenfasern (7).

Mit Ausnahme der Gelenkflächen wird die Substantia compacta vom Periost, der Knochenhaut, ummantelt (7). Von innen werden die Knochenoberflächen von Saumzellen (bone lining cells) ausgekleidet, die das Endost bilden (7). Bone lining cells sind inaktive, vermutlich ruhende Osteoblasten und deren Vorstufen (Osteoprogenitor-Zellen), welche durch eine Stimulation von Osteozyten bei Bedarf aktiviert werden, um Reparaturmaßnahmen vornehmen zu können (7).

Weitere Zellen des Knochengewebes sind die Osteoblasten, die Osteozyten, sowie die Osteoklasten. Osteoblasten werden auch Knochenbilder genannt und sind mit ihrer Kollagensynthese für den Aufbau neuer Lamellen und für die Bildung von Matrixvesikeln verantwortlich (7). Sie produzieren somit also neues Knochengewebe. Osteozyten sind terminal ausdifferenzierte Osteoblasten und erfüllen vielfältige Aufgaben im Rahmen des Knochenstoffwechsels. Als mechanosensorische Zellen nehmen sie mechanische Belastungen und physikalische Reize bzw. dessen Fehlen auf den Knochen wahr und leiten biologische Antworten darauf ein (7). Somit hemmen sie durch Sclerostin und RANKL (Receptor Activator of NF- κ B Ligand) die Knochensynthese oder fördern diese durch die Sezernierung von Osteoprotegerin (OPG) (7). Osteoklasten sind für den Knochenabbau zuständig und werden durch Osteoblasten reguliert.

Durch das Zusammenspiel der Zellen des physikalisch festen Knochengewebes entsteht ein permanentes Umbauen der Architektur des Knochens. Diese Remodellierungsvorgänge sind deshalb erforderlich, da sie den Knochen auf andauernd wechselnde Anforderungen an seine Stützfunktion vorbereiten (8). Neben seiner Stütz- und Schutzfunktion ist der Knochen Ort der Hämatopoese sowie ein Reservoir für Kalzium und dient damit der Homöostase des Serum-Kalzium-Spiegels (8). Somit unterliegt der Auf- und Abbau des Knochengewebes nicht nur physikalischen Reizen, sondern auch Vitaminen wie Cholecalciferol (Vitamin D) oder körpereigenen Hormonen wie Parathormon, Kalzitinin, Östrogene, etc. (8).

1.4 Frakturlehre

1.4.1 Allgemeine Frakturlehre

Grundsätzlich entstehen Frakturen durch ein Trauma, wie z.B. einen Stoß oder Schlag, durch Überlastung (den so genannten Ermüdungsbruch) oder durch Bagatelltraumen im Rahmen einer Pathogenese, welche die Knochenstabilität schwächt, wie z.B. Tumoren/Metastasen oder im Zusammenhang einer hochgradigen Osteoporose (9). Kinder sind im Allgemeinen deutlich häufiger von

Frakturen betreffen als Erwachsene, was dazu führt, dass etwa 30-45% aller Kinder bis zum Abschluss ihres Wachstums schon einmal eine Fraktur erlitten haben (9). Dabei ist bei juvenilen Frakturen die obere Extremität mit 75% und davon der distale Unterarm am häufigsten betroffen (9).

Neben der allgemeinen Einteilung der Frakturen in komplett (vollständige Durchtrennung des Knochens) und inkomplett (ohne komplette Kontinuitätsunterbrechung), welche klassischerweise bei Kindern auftritt, werden Knochenbrüche in nicht disloziert und disloziert sowie in geschlossene und offene Frakturen aufgegliedert (9). Auf die genauere Klassifizierung wird in den unteren Tabellen eingegangen.

Form von Frakturen	Kriterien
Komplette Fraktur	Vollständige Kontinuitätsunterbrechung des Knochens.
Inkomplette Fraktur	Ohne vollständige Kontinuitätsunterbrechung des Knochens.
- Fissuren	Hierbei handelt es sich um feine so genannte Haarrisse im Knochen.
- Subperiostale Infraktionen	Dazu zählen Stauchungsbrüche, Wulstfrakturen, so genannte „buckle-fractures“. Hierbei handelt es sich um knöcherne Kompressionsverletzungen, wobei das Periost intakt bleibt.
- Biegefrakturen	Auch „bowing-fracture“ genannt sind plastische Verformungen des Knochens bei fixierter Biegung. Auch hier ist das Periost, aber auch die Kortikalis völlig intakt.
- Grünholzfrakturen	Bei der Grünholzfraktur bricht der Knochen unikortikal auf der Zugseite komplett, wobei die Kortikalis auf der Kompressionsseite intakt bleibt.

Tabelle 1: Komplette/inkomplette Frakturen (5)

Form der Fraktur	Kriterien
Nicht dislozierte Fraktur	Der Knochen ist durchtrennt, die Fragmente stehen aber genau aufeinander.
Dislozierte Fraktur (Dislocatio)	Der Knochen ist durchtrennt und die Frakturrenden sind gegeneinander verschoben (disloziert).
- Dislocatio ad axim	Die Frakturrenden sind in ihrer Achse verschoben = es besteht ein „Achsenknick“.
- Dislocatio ad peripheriam	Ein Drehfehler der Fragmente erfolgt durch eine Rotation.
- Dislocatio ad latus	Es kommt zu einer seitlichen Verschiebung der Fragmentenden.
- Dislocatio ad longitudinem (cum contractione)	Verschiebung in der Längsrichtung mit Verkürzung.
- Dislocatio ad longitudinem (cum distractione)	Verschiebung in der Längsrichtung mit Verlängerung.

Tabelle 2: Dislozierte/nicht dislozierte Frakturen (5)

Form der Fraktur	Kriterien
Geschlossene Frakturen	Ohne offenen Weichteildefekt bis zur Fraktur.
G 0	Unbedeutender Weichteildefekt.
G I	Durch den Fragmentdruck kommt es zu von innen verursachten oberflächlichen Schürfwunden oder Kontusionen.
G II	Tiefe Kontaminierungen durch Schürfwunden, Muskelkontusionen mit drohendem Kompartmentsyndrom.
G III	Ausgedehnte Hautkontusionen mit Zerstörung der Muskulatur, subkutanem Decollement, Hauptgefäßverletzungen oder dekompensiertem Kompartmentsyndrom.
Offene Frakturen	
O I	Eine Durchspießung der Haut von innen durch ein spitzes Knochenfragment.
O II	Über der Frakturlokalisierung besteht eine ausgedehnte Weichteilverletzung sowie eine Gewebekontusion.
O III	Freiliegende Fraktur mit ausgedehntem Weichteildefekt (tiefe Strukturen, wie Muskeln, Gefäße und Nerven).
O IV	Subtotale Amputation (die Extremität ist nur noch durch eine Weichteilbrücke am Körper befestigt).

Tabelle 3: Geschlossene/offene Frakturen n. Tscherne u. Oestern (1982) (5)

1.4.2 Frakturformen

Je nach Entstehungsmechanismus lassen sich diverse Bruchformen beschreiben. So resultieren Quer- und Schrägfrakturen häufig aus einer Biegebelastung heraus, wobei beide mit einem Biegekeil assoziiert sein können (10). Dieser bildet sich jedoch bei der Schrägfraktur nicht voll aus und bleibt unilateral am Hauptfragment haften (10). Die Trümmerfraktur ist hingegen ein Produkt eines hochenergetischen Traumas im Sinne einer hohen Belastungsgeschwindigkeit (10). Je höher die auf den Knochen wirkende Energie hier ist, desto größer ist auch die gespeicherte Energie im Knochen, welche sich bei der Freisetzung als Fraktur manifestiert (10). Im Extremfall ist hier ein explosionsartiger Bruch des Knochens die Folge (10). Bei Torsionsbelastungen mit einer axialen Kräfteinwirkungen können Spiralfrakturen entstehen, die radiologisch meist einen Drehkeil in Spiralforn aufzeigen (10). Durch einen starken Zug auf Band- oder Sehnenansätze können, bei ausreichender Kraftwirkung, Avulsions- oder Abrissfrakturen entstehen, die üblicherweise eine quer zur Zugrichtung zeigende Frakturlinie aufweisen (8). Kompressions- oder Stauchungsfrakturen manifestieren sich in der Regel in spongiösem Knochen, Hand- oder Fußwurzelknochen oder in Wirbelkörpern und gehen bei den Röhrenknochen aufgrund der Kompression meist mit einem irreversiblen Substanzverlust einher (8).

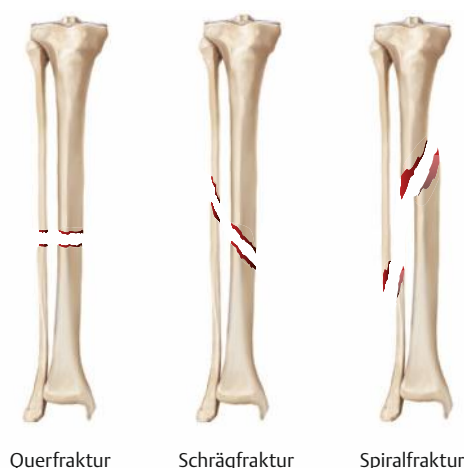


Abbildung 3: Frakturformen - Verlauf der Frakturlinien (11)

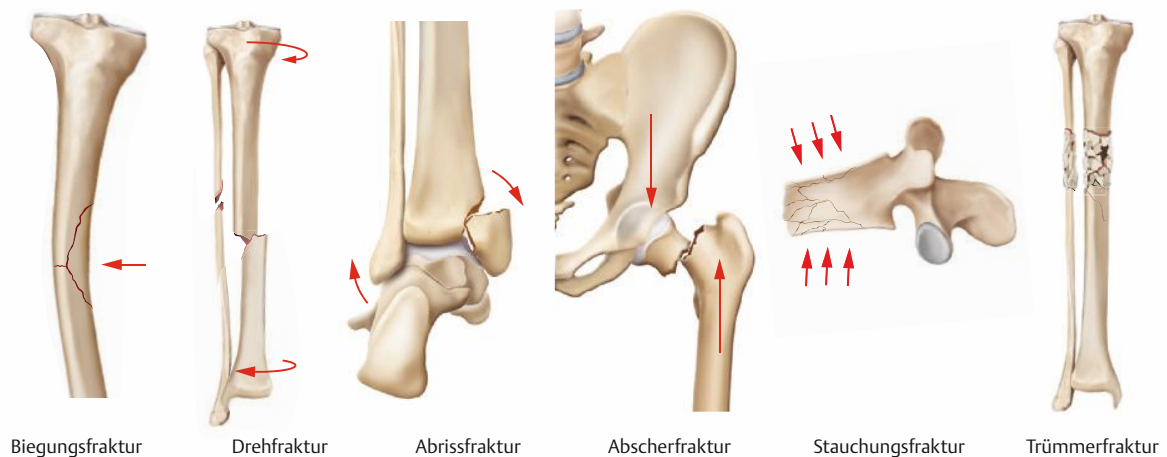


Abbildung 4: Frakturformen – Entstehungsmechanismus (12)

1.4.3 Frakturheilung

Im Rahmen des Remodelling befindet sich der Knochen permanent in Umbauvorgängen. Kommt es zu einer knöchernen Verletzung, so steigert sich die Aktivität der Osteoblasten rasant (42). Diese normalerweise auch für den physiologischen Knochenaufbau zuständigen Zellen erhöhen ihre Synthese mit dem Ziel, den Bereich der Fraktur schnellstmöglich zu stabilisieren und somit die Funktionalität des Knochen wiederherzustellen (42). Um die Bedingungen dieses Vorganges zu optimieren, sollte die Frakturheilung unter Ruhigstellung und stabiler Kompression der Hauptfragmente erfolgen (42). Neben einem, wenn möglich, großflächigen Kontakt der Bruchenden und einer stabilen Fixation der Fragmente ist eine möglichst gute Durchblutung der Fragmente sowie des fraktur nahen Weichteilmantels für eine gute Knochenheilung essentiell (42).

Die Frakturheilung verläuft in verschiedenen Phasen ab und kann prinzipiell in eine primäre und eine sekundäre Frakturheilung unterteilt werden.

Die erste der fünf Phasen der Frakturheilung wird die Verletzungsphase genannt und beschreibt den Zeitpunkt des Traumas mit der damit verbundenen Kontinuitätsunterbrechung des Knochens (50). Mit dem, im Rahmen einer Fraktur einhergehenden, lokalen Hämatom beginnt die zweite Phase der Heilung, die Entzündungsphase. Hierbei kommt es zu einer Immigration von Monozyten, Mastzellen sowie Granulozyten (50). Die Histaminausschüttung der Mastzellen aktiviert Wachstumsfaktoren und Zytokine, welche eine Phagozytose des

Frakturhämatoms induzieren sowie eine Einsprossung von kapillaren Gefäßen einleiten (50). Die gesteigerte Durchblutung des Periosts aktiviert nun Fibroblasten, die zusammen mit Makrophagen in der anschließenden Granulationsphase ein extrazelluläres Kollagen-I-Matrix enthaltendes Granulationsgewebe bilden (50). Die hieraus resultierende Förderung der Osteoblastenproliferation ermöglicht das Ablagern von Mineralien, woraus ein anfangs noch interfragmentär bewegliches, weiches und noch nicht verkalktes Kallusgewebe entsteht (50). In der Phase der drei bis vier Monate andauernden Kallushärtung entsteht ein junger Geflechtknochen in dem der weiche Kallus mineralisiert und somit zunehmend stabiler und gefestigt wird (50). Bevor auch eine radiologisch sichtbare Durchbauung der Kortikalis erfolgt, wird der Frakturspalt zunächst peripher verbunden (50). Ist die ursprüngliche Fraktur durch eine Mineralisation ausgehärtet und die Frakturheilung abgeschlossen, so wird das nun überflüssige Kallusgewebe in der Phase des Umbaus (Remodelling) abgebaut (50). Abschließend wird der neuentstandene Geflechtknochen in Lamellenknochen umgewandelt. Bis die ursprüngliche Knochenarchitektur wieder hergestellt ist vergehen 6-24 Monate (50). Seine ursprüngliche Festigkeit und somit verbunden Stütz- und Schutzfunktion erreicht der Knochen in der Regel jedoch nach vier bis sechs Wochen.

Bestehen die o.g. optimalen Bedingungen, so kann es zur primären Frakturheilung kommen. Hierbei können Havers-Kanäle, bei der auch als Kontaktheilung bekannten Frakturheilung, über den direkten knöchernen Kontakt in das benachbarte Frakturende einsprießen (42, 50). Da dies ohne den Umweg des Kallusgewebes erfolgt, ist die radiologische Beurteilung der Stabilität der Fraktur und der damit verbunden Durchbauung deutlich schwieriger (42, 50). Diese einwandfreie Fragmentadaption findet man in der Regel bei operativ stabil versorgten Knochenbrüchen, welche mit einer Osteosynthese behandelt wurden (42).

Zu einer sekundären Frakturheilung, welcher im Normalfall der primären in keiner Weise unterlegen ist, kommt es, wenn die Ruhigstellung nicht optimal ist bzw. die Knochenfragmente unzureichend adaptiert werden (42). Diese Form der Frakturheilung ist die weitaus häufigere und findet mit einer, je nach

Frakturausmaß, unterschiedlich ausgeprägten kallösen Zwischengewebsbildung statt (42).

1.4.4 Störungen der Frakturheilung

Kommt es im Rahmen der Frakturheilung innerhalb von sechs Monaten zu keiner ausreichenden Konsolidierung der Fraktur, so spricht man von einer Verzögerung der Bruchheilung. Bleibt diese insgesamt über sechs bis acht Monate aus, so wird dies Pseudarthrose („Falschgelenk“) genannt (42). Mögliche Ursachen für eine Störung der Frakturheilung sind neben einer zu großen Dehiszenz der Bruchendstücke, einer Knochenfragmentsnekrose mit Durchblutungsstörungen und einer signifikanten Instabilität der Fraktur auch intrinsische Faktoren, wie z.B. ein Nikotinabusus oder eine diabetische Grunderkrankung (15, 42, 63). Zudem können Infektionen, welche hämatogen oder im Rahmen einer offenen Fraktur auftreten, zu einer Osteitis und mit dieser verbunden zu Osteolysen, Knochensequestern und ossären Defekten führen, welche eine pseudarthrotische knöcherne Heilungsstörung begünstigen (42).

Die „Falschgelenke“ können weiter in eine hypertrophe oder atrophe bzw. avitale Pseudarthrose unterteilt werden. Bei der hypertrophen Pseudarthrose kommt es zu einer überschießenden Kallusbildung, welche aus der Instabilität im Frakturspalt resultiert, diesen aber nicht ausreichend zu fixieren vermag (42). Die atrophe/avitale Pseudarthrose ist durch eine Osteolyse der Fragmentenden gekennzeichnet (42). Der Therapieansatz unterscheidet sich bei beiden Formen der Pseudarthrose wie folgt: So wird bei einer Hypertrophie eine stabile (Re-) Osteosynthese mit Anfrischung der Frakturrenden empfohlen, wohingegen bei der Atrophe eine Resektion der Pseudarthrose, ein Debridement mit Anfrischen der Frakturregion, Anlage von frischen vitalen Knochen (z.B. Beckenkamm-spongiosa) sowie eine anschließende stabile Osteosynthese angestrebt wird (42).

1.5 Epidemiologie und Ätiologie der Radiusfraktur

Die distale Radiusfraktur stellt mit 25% aller Frakturen den häufigsten Knochenbruch des erwachsenden Menschen dar (78). Sie wird in jeder Altersgruppe beobachtet (78), tritt jedoch gehäuft als typische Verletzung des hohen Alters (ab dem 60. Lebensjahr) sowie in den frühen Lebensjahren von sechs bis zehn auf (18). Das Durchschnittsalter der Patientinnen/Patienten die eine Radiusfraktur erleiden beträgt 62,7 Jahre, bei Frauen ist das Durchschnittsalter mit 65,4 höher als bei dem männlichen Geschlecht mit 53,6 Jahren (36). Zudem sind im jungen Lebensalter eher Männer von dieser Form der Fraktur betroffen, im höheren Lebensalter jedoch vermehrt das weibliche Geschlecht (64).

Die distale Radiusfraktur resultiert aus einer äußeren Krafteinwirkung, welche die Elastizitätsgrenze des Knochens und somit seine mechanische Stabilität überschreitet (50). Ein einfacher Sturz auf das Handgelenk ist mit 75% die häufigste Verletzungsursache, wobei 1/3 aller Frakturen im häuslichen Umfeld entstehen (36). Mit 65% stellte die extraartikuläre AO-23-A die häufigste Form der Radiusfraktur nach der AO-Klassifikation dar (36). Mit 23% folgt dieser die intraartikuläre AO-23-C Fraktur und mit 12 % die partielle intraartikuläre Fraktur AO-23-B (36).

Die Verletzungen des knöchernen Radius sind komplex und ihre Prognose hängt stark von der Art und des Ausmaßes der Fraktur sowie der gewählten Behandlungsform ab (10). Die Frakturform ergibt sich aus externen Faktoren wie Größe und Richtung der einwirkenden Kraft sowie aus intrinsischen Faktoren wie Knochendichte und Elastizität des Knochens (78). Die verminderte Knochendichte im Rahmen der Osteoporose bei weiblichen Patienten in der Postmenopause aufgrund eines erniedrigten Östrogenspiegels erklärt, neben der im Alter erhöhten Fallneigung, hier das vermehrte Auftreten von Radiusfrakturen bei älteren Frauen (21, 39).

Im Falle der Radiusfraktur entsteht die Krafteinwirkung auf den Knochen meist durch einen Sturz auf das dorsalextendierte oder volarflexierte Handgelenk (64).

Seltener entsteht die Krafteinwirkung durch äußere Gewalt wie z.B. bei einem Arbeits- oder Verkehrsunfall (78). Bei älteren Patientinnen/Patienten finden die Stürze meist als häusliche Unfälle statt, bei Kindern und Jugendlichen eher im Rahmen von sportlichen Aktivitäten oder beim Spielen (78). Die Stellung der Hand, im Moment der Krafteinwirkung, ist hier entscheidend und charakteristisch für die Fraktur (64). Nach Weigel und Baumgartner (64) ist die typische Radiusbasisfraktur in 90% der Fälle, die mit einer dorsalen Fehlstellung und tritt bei einem Sturz auf die Hand auf, wenn diese sich in einen Extensionswinkel zwischen 40° und 90° befindet. Sollte sich die Hand in einem größeren Winkel als 90° befinden, so sei eine Verletzung der Handwurzelknochen wahrscheinlicher, bei einer Extension weniger als 40° ist eher eine Verletzung des Ellenbogens zu vermuten (64). Die deutlich seltenere Flexionsfraktur tritt bei einem Trauma auf das volarflexierte Handgelenk auf.

1.6 Klinik

Im Rahmen der klinischen Untersuchung zeigt sich bei der Patientin/dem Patienten neben den typischen unsicheren Frakturzeichen wie z.B. (Druck-) Schmerzen, Schwellung, Hämatome, Erwärmung und Bewegungseinschränkung gelegentlich auch sichere Frakturzeichen wie eine Achsenfehlstellung des Knochens, Krepitation, eine pathologische Beweglichkeit oder eine offene Fraktur mit sichtbaren Knochenfragmenten. Typischerweise zeigt sich bei der klinischen Inspektion der distalen Radiusfraktur, je nach Fehlstellung der Fraktur, eine Bajonett- oder Fourchettstellung. Bei der Bajonettstellung erscheint das Handgelenk gegenüber dem Unterarm nach dorsoradial verlegt, welche zudem durch den muskulären Zug nach proximal eingestaucht erscheint (64). Im Rahmen der Fourchettstellung erscheint die Fehlstellung radiologisch in der seitlichen Ansicht als Gabel, da das Handgelenk hier aufgrund der Dislokation des distalen Fragmentes zur Streckseite hin gegen den Unterarm verschoben ist (18). Im Rahmen schwerer Dislokationen können Nerven und Gefäße verletzt werden, was sich durch sensomotorische Defizite bzw. Durchblutungsstörungen manifestieren kann (78).

1.7 Diagnostik und bildgebende Verfahren

Die Diagnostik der distalen Radiusfraktur beginnt mit der Anamnese, in welcher man den genauen Unfallhergang, den Unfallort, den Unfallzeitpunkt und die genaue Schmerzlokalisierung eruiert (45). Im Weiteren erfolgt die klinische Untersuchung. Hier inspiziert man den entkleideten Unterarm an der/dem liegenden oder sitzenden Patientin/Patienten und sucht nach typischen o.g. sicheren und unsicheren Frakturzeichen (45). Bereits im Rahmen der Entkleidung ist der Einsatz oder die Schonhaltung des verletzten Handgelenks zu beurteilen (45). Zudem achtet man auf Haut- bzw. Weichteilverletzungen, die für eine offene Fraktur sprechen könnten. Anschließend sucht die Untersucherin/der Untersucher nach Druckdolenzen, die man im distalen Unterarm erwarten würde, und überprüft die Sensomotorik sowie die Durchblutung der oberen Extremität. Auf dieser Weise können durch die Fraktur bzw. durch das Trauma verursachte Verletzungen der peripheren Nerven und Gefäße ausgeschlossen werden (78). Ein besonderes Augenmerk sollte hier bei der neurologischen Beurteilung auf die sensorischen wie motorischen Qualitäten des N. medianus gelegt werden, da dieser im Rahmen einer knöchernen Radiusverletzung am häufigsten lädiert wird (64).

Zur Bestätigung des klinischen Verdachts erfolgt eine konventionelle radiologische Untersuchung des Handgelenks in zwei Ebenen (78), das heißt in a.-p. und von lateral, ggf. können diese bei Unklarheiten durch eine Schrägprojektion ergänzt werden (68). Hier erfolgt die Suche nach einer ossären Kontinuitätsunterbrechung des Os radius, inklusive einer Beurteilung einer möglichen Achsenfehlstellung der Gelenkflächen sowie die Begutachtung einer möglichen Gelenkflächenbeteiligung (9, 68). Bei besonderen Fragestellungen zum Frakturverlauf, bei komplexen und/oder stark dislozierten Frakturen und zur Beurteilung einer unklaren OP-Indikation sollte zur weiteren Diagnostik eine CT-Untersuchung des Handgelenks durchgeführt werden (64, 68).

Eine Mitbeurteilung der angrenzenden knöchernen Strukturen wie der Ulna und der Handwurzelknochen ist obligat (78). Neben Frakturen und Luxationen im Handwurzelbereich sucht man hier nach Zeichen einer Verletzung des scapholunären Bandes (SL-Dissoziation), des Discus articularis ulnocarpalis

(TFCC-Läsion) oder einer Ruptur des 6. Strecksehnenfachs (64). Bei einem radiologisch suspekten bzw. zu weiten SL-Spaltess sollte eine Ruptur des Lig. scapholunatum durch eine Röntgenkontrolle der Gegenseite (8) und ggf. zusätzlich durch eine palmodorsale Röntgenaufnahme bei kraftvollem Faustschluss (64) ausgeschlossen werden. Zudem kann die radiologische Diagnostik zur Erkennung einer karpalen Instabilität durch eine Stressaufnahme in maximaler Radial- und Ulnarabduktion ergänzt werden (64).

Eine weitere häufige Begleitverletzung stellt die Scaphoidfraktur dar. Bei einer Sensitivität von ca. 85% sowie einer Spezifität von ca. 45% ist die klinische Untersuchung hier ebenfalls nicht ausreichend und wird durch eine radiologische Diagnostik ergänzt (49). Nach Laier (49) kann bei V.a. eine Kahnbeinfraktur auf eine Scaphoidquartettserie verzichtet werden und eine Röntgenaufnahme des Handgelenks in d.-p., seitlich und d.-p. in Ulnarabduktion erfolgen. Zum Staging der Fraktur, bei diagnostischer Unsicherheit und/oder zur Verlaufskontrolle der knöchernen Konsolidierung im Rahmen des Heilungsverlaufs sollte eine CT-Untersuchung des Handgelenks erfolgen (49). Die übrigen Handwurzelknochen, mit Ausnahme des Os triquetrum, können in der nativ-radiologischen Untersuchung nicht hinreichend beurteilt werden, weshalb bei einem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung ebenfalls eine CT-Untersuchung durchgeführt werden sollte (49). Des Weiteren besteht die Möglichkeit einer MRT-Untersuchung des Handgelenks mit Kontrastmittelgabe, um weitere Begleitverletzungen zu verifizieren. Da diese den Rahmen der Routinediagnostik überschreitet, werden Verletzungen des Discus triangularis (Discus ulnokarpalis) meist erst sekundär diagnostiziert (64).

Zuletzt bietet die intraoperative Kinematographie während der Operation eine weitere Option der erweiterten Diagnostik. Unter BV wird hier das Handgelenk unter passiver Bewegung untersucht. Neben der genauen Frakturanalyse bietet sie auch die Möglichkeit, Begleitverletzungen wie ligamentäre Rupturen der Handwurzelbänder oder Instabilitäten im distalen Radioulnargelenk zu diagnostizieren (73).

1.8 Klassifikationen

Für die Klassifikation von Radiusfrakturen stehen mehrere Systeme zur Verfügung, welche sich in ihrer Einteilung teils deutlich unterscheiden.

1.8.1 AO-Klassifikation Allgemein

Im der klinischen Praxis hat sich laut Gehrman und Windolf (68) die AO-Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen bewährt. Ziel der AO war eine Einteilung der Frakturen in einem international verständlichen System, welches zudem logisch und nachvollziehbar sein sollte (38). Des Weiteren sollte diese Klassifikation das Ausmaß sowie den Schweregrad der Fraktur reflektieren und als Behandlungsgrundlage dienen sowie die Einschätzung des Outcomes ermöglichen (38).

In der AO-Klassifikation wird demnach die Fraktur in einem fünfstelligen Code dargestellt. Die erste Stelle beschreibt die anatomische Lokalisation und somit den Knochen. Hier steht 1 für Humerus, 2 für Radius/Ulna, 3 für das Femur und 4 für Tibia/Fibula. Die zweite Stelle codiert das Segment, in welchem der Knochen frakturiert ist. 1 steht dabei für das proximale, 2 für das mittlere und 3 für das distale Segment. Mit der dritten Stelle der Codierung erfolgt die Klassifikation des Frakturtyps in A, B und C. Diaphysäre Frakturen werden nach dem zu erwartenden Repositionsergebnis aufgegliedert (38). A bezeichnet eine einfache Fraktur mit einem Kontakt zwischen den Hauptfragmenten (38). Keilfrakturen der Diaphyse werden mit B angegeben und komplexe Frakturen ohne Kontakt zwischen den Hauptfragmenten mit C.

Bei epi-metaphysären Frakturen erfolgt die Einteilung nach der Gelenkbeteiligung mit A extraartikulär, B partiell artikulär und C vollständig artikulär. Somit steigert sich im Allgemeinen auch der Schweregrad der Fraktur, die morphologische Komplexität, der Schwierigkeitsgrad der Behandlung sowie eine ungünstigere Prognose mit steigender Frakturklasse (38). Die vierte Stelle der Codierung teilt die Frakturen in drei Gruppen ein, die fünfte Stelle unterteilt diese in weitere drei

spezifische Untergruppen. Diese werden unter Punkt 1.8.2 für den Radius und die Ulna erläutert.

1.8.2 AO-Klassifikation der distalen Radius- und Ulnafraktur

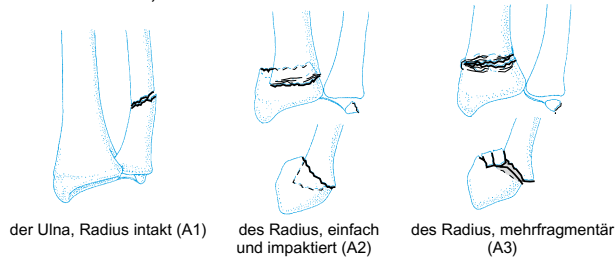
Nach dem Prinzip der AO-Klassifikation erfolgt die Codierung der distalen Radius- und Ulnafraktur mit „23“ und weiteren drei Stellen für den Frakturtypen. Tabelle 4 zeigt die AO-Klassifikation mit ihren verschiedenen Einteilungen.

AO-Klassifikation	Kriterien
23-A	Extraartikuläre Fraktur
23-A1	Ulnafraktur, Radius intakt
23-A1.1	Ulnafraktur mit Fraktur des Proc. styloideus ulnae
23-A1.2	Ulnafraktur der Metaphyse, einfach
23-A1.3	Ulnafraktur der Metaphyse, mehrfach
23-A2	Impaktierte Radiusfraktur, einfach
23-A2.1	Impaktierte Radiusfraktur, ohne Fehlstellung
23-A2.2	Impaktierte Radiusfraktur, mit dorsaler Abkippung (Pouteau-Colles)
23-A2.3	Impaktierte Radiusfraktur, mit ventraler Abkippung (Goyrand-Smith)
23-A3	Radiusfraktur, multifragmentär
23-A3.1	Impaktierte Radiusfraktur mit axialer Verkürzung
23-A3.2	Radiusfraktur mit Frakturkeil
23.-A3.3	Komplexe Radiusfraktur
23-B	Partiell intraartikuläre Fraktur
23-B1	Sagittale Radiusfraktur
23-B1.1	Laterale Radiusfraktur, einfach
23-B1.2	Laterale Radiusfraktur, mehrfragmentär
23-B1.3	Mediale Radiusfraktur
23-B2	Radiusfraktur mit dorsaler Kante (Barton-Fraktur)
23-B2.1	Radiusfraktur mit dorsaler Kante, einfach
23-B2.2	Radiusfraktur mit dorsaler Kante und frontal verlaufender Fraktur
23-B2.3	Radiusfraktur mit dorsaler Kante und dorsaler Dislokation der Handwurzel
23-B3	Radiusfraktur mit volarer Kante (Reversed-Barton, Goyrand-Smith II)
23-B3.1	Radiusfraktur mit volarer Kante mit kleinem Fragment, einfach

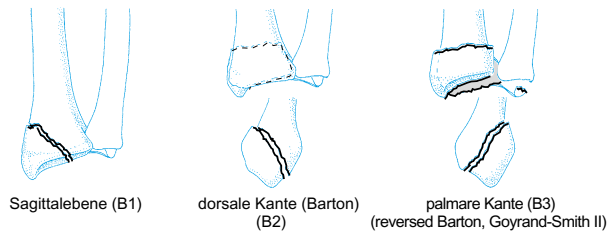
23-B3.2	Radiusfraktur mit volarer Kante mit großem Fragment, einfach
23-B3.3	Radiusfraktur mit volarer Kante, mehrfragmentär
23-C	Komplett intraartikuläre Fraktur
23-C1	Radiusfraktur einfach artikulär, einfach metaphysär
23-C1.1	Radiusfraktur einfach artikulär, einfach metaphysär mit posteromedialen Fragment
23-C1.2	Radiusfraktur einfach artikulär, einfach metaphysär mit sagittal verlaufender Frakturlinie
23-C1.3	Radiusfraktur einfach artikulär, einfach metaphysär mit frontal verlaufender Frakturlinie
23-C2	Radiusfraktur einfach artikulär, mehrfragmentär metaphysär
23-C2.1	Radiusfraktur einfach artikulär, mehrfragmentär metaphysär mit sagittal verlaufender Frakturlinie
23-C2.2	Radiusfraktur einfach artikulär, mehrfragmentär metaphysär mit frontal verlaufender Frakturlinie
23-C2.3	Radiusfraktur einfach artikulär, mehrfragmentär metaphysär in die Diaphyse reichend
23-C3	Radiusfraktur mehrfragmentär artikulär
23-C3.1	Radiusfraktur mehrfragmentär artikulär, einfach metaphysär
23-C3.2	Radiusfraktur mehrfragmentär artikulär, mehrfragmentär metaphysär
23-C3.3	Radiusfraktur mehrfragmentär artikulär, in die Diaphyse reichend

Tabelle 4: AO-Klassifikation (8)

23- Radius/Ulna distal, extraartikuläre Fraktur



23- Radius/Ulna distal, partielle Gelenkfraktur des Radius



23- Radius/Ulna distal, komplexe Fraktur

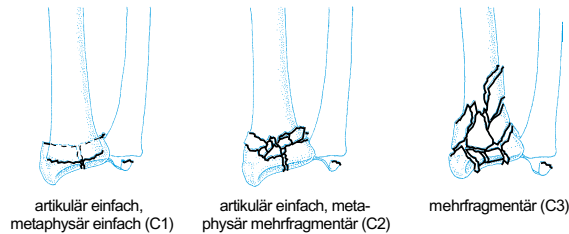


Abbildung 5: AO-Klassifikation 23- Radius/Ulna distal (28)

1.8.3 Klassifikation nach Frykman

Eine weitere Einteilung der distalen Radiusfraktur bietet die Klassifikation nach Frykman. Sie bezieht sich auf die Lage der Frakturlinie im d.-p. Strahlengang in Anbetracht eines extra- oder intraartikulären Verlaufs (35). Zudem berücksichtigt sie eine Verletzung des Radiokarpal- bzw. Radioulnargelenks unter Mitbeurteilung einer Fraktur des Proc. styloideus ulnae (35).

Einteilung	Kennzeichen
Typ 1	ausschließlich extraartikuläre Radiusfraktur
Typ 2	extraartikuläre Radiusfraktur, inklusive Abriss des Proc. styloideus ulnae
Typ 3	intraartikuläre Radiusfraktur mit Beteiligung des Radiokarpalgelenks

Typ 4	intraartikuläre Radiusfraktur mit Beteiligung des Radiokarpalgelenks, inklusive Abriss des Proc. styloideus ulnae
Typ 5	intraartikuläre Radiusfraktur mit Beteiligung des Radioulnargelenks
Typ 6	intraartikuläre Radiusfraktur mit Beteiligung des Radioulnargelenks, inklusive Abriss des Proc. styloideus ulnae
Typ 7	intraartikuläre Radiusfraktur mit Beteiligung des Radiokarpalgelenk sowie des Radioulnargelenks
Typ 8	intraartikuläre Radiusfraktur mit Beteiligung des Radiokarpalgelenks sowie des Radioulnargelenks, inklusive Abriss des Proc. styloideus ulnae

Tabelle 5: Einteilung nach Frykman (8)

1.8.4 Einteilung nach Fernandez

Die Einteilung nach Fernandez beruht auf der Pathophysiologie der Fraktur und hinsichtlich des diesbezüglich resultierenden Verletzungsmusters (35).

Einteilung	Kennzeichen
Typ I	indirekte Biegekräfte (Colles- und Smith-Fraktur)
Typ II	Abscherung bei axial einwirkenden Kräften der palmaren (Reversed-Barton) oder dorsalen Kante (Barton)
Typ III	ausschließlich axiale Krafteinwirkung mit intraartikulärer Kompressionsfraktur mit Aufspaltung der Radiusepiphyse in vier Teile (Proc. styloideus radii, Radiuschaft, ein dorso-ulnares sowie ein palmar-ulnares Fragment)
Typ IV	Avulsionsfraktur mit knöchernem Ausriss der radiokarpalen und ulnokarpalen Bandstrukturen im Rahmen einer Handgelenksluxation
Typ V	Kombination der Frakturtypen nach Fernandez Typ I-IV durch ein Hochenergietrauma

Tabelle 6: Einteilung nach Fernandez (8)

1.8.5 Frakturbezeichnungen durch Eigennamen

Zudem existieren in der Medizin besondere Bezeichnungen für Frakturen, die außerhalb der Klassifikationen und Einteilungen einen Eigennamen besitzen. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Eigenname	Kennzeichen
Colles-Fraktur	Eine intra- oder extraartikulär verlaufende distale Radiusfraktur mit dorsaler Dislokation des Fragments, ggf. mit Abriss des Proc. styloideus ulnae (Extensionsfraktur)
Smith-Fraktur	Eine intra- oder extraartikulär verlaufende distale Radiusfraktur mit volarer Dislokation des Fragments, ggf. mit Abriss des Proc. styloideus ulnae (Flexionsfraktur)
Chauffeur-Fraktur	Eine intraartikuläre distale Radiusfraktur mit sagittal verlaufendem, meist monofragmentärem Bruch, mit Abriss des Proc. styloideus radii und radialer Keilbruchbildung
Barton-Fraktur	Eine partielle Gelenksfraktur des Radius mit monofragmentären Kantenbruch nach dorsal
Reversed-Barton Fraktur	Eine partielle Gelenksfraktur des Radius mit monofragmentären Kantenbruch nach volar
Die-Punch Fraktur	Eine intraartikuläre Kompressionsfraktur des distalen Radius aufgrund einer axialen Kraftwirkung, wodurch die Epiphyse in vier Hauptfragmente aufgebrochen wird

Tabelle 7: Frakturbezeichnungen durch Eigennamen (8)

1.8.6 Instabilitätskriterien

Neben den verschiedenen Klassifikationen und Einteilungsmodellen hat die Zuteilung der Frakturen in stabil und instabil eine große therapeutische Bedeutung (10). Frakturkriterien hinsichtlich ihrer Stabilität sind die Tendenz zur Redislokation nach ihrer Reposition, eine volare oder dorsale Abkipfung des peripheren Fragments mit mehr als 20°, der Abbruch einer beugeseitigen Gelenkklippe, eine relevante Verkürzung des Radius durch eine Trümmerzone oder ein Knochendefekt, eine dorsale und/oder palmare Dislokation durch Kantenfragmente, eine radioulnare Dissoziation, ein basisnaher Abbruch des Proc. styloideus ulnae, eine dislozierte Trümmerfraktur, Frakturen mit intraartikulärer Stufenbildung und ein Ulnavorschub, der größer als 0,75 cm ist (35). Zudem sprechen eine dorsale Trümmerzone, eine mehrfragmentäre Fraktur, eine Instabilität im distalen Radioulnargelenk, Begleitfrakturen der Ulna sowie ein Patientinnen-/Patientenalter von über 60 Jahren für eine Instabilität der Fraktur (10, 64).

1.9 Allgemeine Therapie

Die Therapie der distalen Radiusfraktur hängt von diversen Faktoren ab und ist bei jeder Patientin/jedem Patienten individuell zu treffen. Neben Kriterien wie das Ausmaß der Dislokation, den Zusatzverletzungen und der Instabilität der Fraktur (10) müssen auch Faktoren wie das Alter des Menschen, das Operationsrisiko, z.B. bei schweren Grunderkrankungen, sowie die Erwartungen und Ansprüche (64) der Patientin/des Patienten für die Entscheidung hinsichtlich des Therapiekonzeptes berücksichtigt werden.

Die Empfehlung von Inglin und Spycher (81) ist hier gerade bei älteren Patientinnen und Patienten ab 65 Jahren eine konservative Therapie zu forcieren, wenn diese eine nicht oder nur gering dislozierte Fraktur aufweisen oder eine stabile Reposition erfolgt ist. In Anbetracht der häufig geringen funktionellen Ansprüche dieses Patientenlientels sollte die Beurteilung der Fraktur großzügig erfolgen und auch nicht perfekte anatomische Verhältnisse nach einer Reposition toleriert werden (81).

Für eine adäquate Schmerztherapie sollte die Fraktur, neben einer hinreichenden oralen oder ggf. i.v.-analgetischen Therapie, unabhängig von der gewählten Therapieform rasch, wenn auch nur provisorisch, ruhiggestellt werden (64). Hierzu eignen sich z.B. gepolsterte oder pneumatische Schienen (64). Bei Frakturen mit Dislokation sollten diese, um Weichteilverletzungen und eine Verkürzung von Muskeln und Bändern vorzubeugen, möglichst zeitnah reponiert werden (64). Die Reposition ist insbesondere bei posttraumatischen sensomotorischen Defiziten oder einer Durchblutungsstörung unverzüglich durchzuführen (64).

1.9.1 Analgetische Therapie vor einer Reposition

Vor einer Reposition gilt es die Patientin/den Patienten adäquat schmerztherapeutisch vorzubereiten. Hier gibt es diverse Möglichkeiten der Analgesie, unter anderen die Buchspaltanästhesie, die intravenöse Regionalanästhesie sowie die Möglichkeit der Leitungsanästhesie.

Ziel der Schmerztherapie sollte die Verringerung von stressassoziierten Begleiterkrankungen, die Verbesserung des Behandlungserfolgs, das Senken des Leidensdrucks sowie die Erhöhung des Patientinnen-/Patientienkomforts bzw. ihrer/seiner Zufriedenheit sein (43).

Relativ häufig erfolgt die Bruchspaltanästhesie, da diese durch die Chirurgin/den Chirurgen selbst durchgeführt werden kann und somit zeitlich sowie organisatorisch weniger Aufwand bedeutet (64). Ein bedeutender Nachteil dieser Methode stellt jedoch die Tatsache dar, dass die Reposition unter einer Bruchspaltanästhesie für die Patientin/den Patienten nicht gänzliche Schmerzfreiheit bedeutet (64). Die Durchführung dieser Anästhesieform erfolgt unter sterilen Bedingungen, d.h. es wird primär eine chirurgische Händedesinfektion ausgeführt, zudem werden sterile Handschuhe sowie ein Kopf- und Nase-Mundschutz verwendet (64). Nach Desinfektion der zu punktierenden Stelle mit einem Hautdesinfektionsmittel wird unter Orientierung ggf. mittels BV die Punktion des Bruchspalts durchgeführt, indem initial das Frakturhämatom aspiriert und daraufhin 5-10ml eines Lokalanästhetikums infiltriert werden (64).

Eine weitere Möglichkeit der analgetischen Therapie im Rahmen einer Reposition bietet die intravenöse Regionalanästhesie. Hier wird der verletzte Arm mittels einer Gummibinde ausgewickelt, um eine Blutleere zu erzeugen, welche anschließend mit einer Blutsperremanschette fixiert wird (64). Daraufhin wird ein kurz- bis mittellang wirksames 1%iges Lokalanästhetikum intravenös verabreicht, wonach die Patientin/der Patient in wenigen Minuten schmerzfrei wird (64). Hier ist es sinnvoll, die Vene vor der Blutleere zu punktieren, da diese sonst erschwert aufzufinden ist. Ein wichtiger Vorteil der intravenösen Regionalanästhesie ist, dass die Patientin/der Patient während der Reposition keine Schmerzen empfindet. Jedoch ist zu beachten, dass die Manschette erst nach einer Mindestliegezeit von 20 min geöffnet werden darf und das jeweils nur für 10 Sekunden mit anschließendem erneuten Verschluss der Blutsperre für 2-3 Minuten (64). Hintergrund dieser Maßnahme ist, dass man hierdurch gewährleistet, dass das Lokalanästhetikum genügend Zeit hat, um in das Gewebe zu diffundieren sowie anschließend nicht zu schnell und nur in kleineren Portionen in den Körperkreislauf gelangt (64). Somit kann eine systemische Wirkung des

Anästhetikums und damit einhergehende unerwünschte Nebenwirkungen verhindert werden.

Durch die Anästhesistin/den Anästhesisten kann mit der axillaren Plexusblockade eine weitere Art der Schmerztherapie im Rahmen einer Reposition durchgeführt werden. Diese Form der analgetischen Therapie erfordert jedoch einen großen organisatorischen sowie zeitlichen Aufwand, führt allerdings richtig durchgeführt zu einer absoluten sensorischen aber auch motorischen temporären Blockade und somit zur gewünschten Schmerzfreiheit. Hier werden meist sonographisch gesteuert 20-40 ml eines 1%igen Lokalanästhetikum an den Plexus brachialis infiltriert (64).

1.9.2 Repositionstechniken

Frakturen des Radius, die eine Luxationkomponente aufzeigen oder ersichtlich fehlgestellt sind, werden nach entsprechender o.g. Vorbereitung und Anästhesie sofort reponiert (73). Eine notfallmäßige Reposition bzw. Versorgung ist dann indiziert, wenn es sich um eine offene Fraktur des Radius handelt oder die Patientin/der Patient sich mit einer Medianusirritation präsentiert (73).

Ziel der Reposition ist eine anatomische Wiederherstellung der ursprünglichen Länge des Radius sowie seines Gelenkwinkels (die Böhler-Winkel I, II) mit anschließender Fixation im Unterarmgipsverband (8). Der Böhler-Winkel I, auch Radiusgelenkwinkel genannt, ist am distalen Radiusende um ca. 30° von radial nach ulnar gekippt (9). Mit dem palmaren Neigungswinkel (Böhler-Winkel II) wird die Neigung der Gelenkfläche nach palmar um ca. 10° beschrieben (9).

Je nachdem, ob eine Helferin/ein Helfer im Rahmen der Reposition zur Verfügung steht oder nicht, ändert sich die Herangehensweise an die Wiederherstellung der anatomisch korrekten Verhältnisse (64). Erfolgt das Procedere ohne Assistenz, so empfiehlt sich nach Weigel B. (64) eine Reposition im Aushang. Hierbei wird die Patientin/der Patient in Rückenlage positioniert, so dass der Oberarm in 90° abduziert werden kann (64). Anschließend werden an die Finger DI bis DIII oder DIV der verletzten Extremität Fingerextensionshülsen, so genannte

„Mädchenfänger“, angebracht, woran diese, nach Anbringen eines 3-5 kg schweren Gewichtes an dem Oberarm, aufgehängt werden (64). Eine Bruchspaltanästhesie kann jetzt oder bereits vor dem Aushängen des Arms appliziert werden (64).

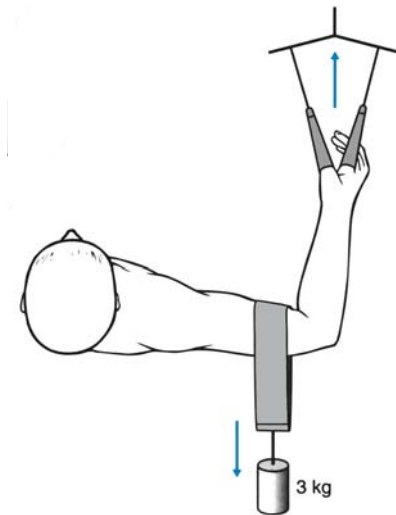


Abbildung 6: Aushängemanöver im Längszug (32)

Wählt die behandelnde Ärztin/der behandelnde Arzt eine andere Form der Anästhesie, so bietet es sich an, diese vor dem Aushängen durchzuführen. Nun sollte die Extremität für mindestens 15 min unter diesen Verhältnissen belassen werden, damit eine Schmerzreduktion bzw. Schmerzfreiheit eintreten kann und es zu einer Verringerung des Muskelzuges kommt (64).

Erst jetzt erfolgt die eigentliche Reposition. Hierfür umfasst die Ärztin/der Arzt mit einer Hand die Hand der Patientin/des Patienten an Mittelhand und Handwurzel, mit der anderen Hand wird der distale Unterarm umfasst (64). Durch einen Längszug der beiden Hauptfragmente können diese nun aufeinander positioniert werden (64). Eine noch bestehende dorsale Verschiebung wird durch einen mit den Daumen aufgebraachte Kraft zielgerichtet korrigiert (64). Hierbei werden beide Daumen auf das Tuberculum listeri positioniert und der Unterarm so umfasst, dass sich die Finger der Ärztin/des Arztes auf der volaren Seite ineinander verschränken (64). So kann das distale Hauptfragment in die gewollte anatomisch korrekte Position manipuliert werden (64).

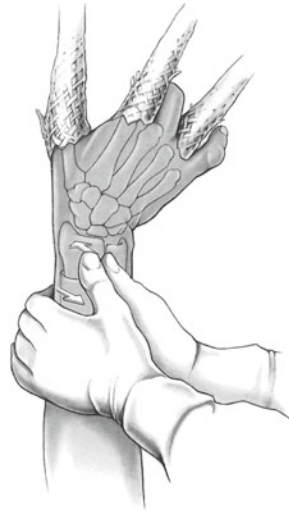


Abbildung 7: Manuelle Reposition im Aushang (33)

In dem Fall in dem dies aufgrund einer Verhakung der Hauptfragment nicht möglich ist, muss diese zunächst gelöst werden (64). Dies erfolgt, mit einer so genannten genetischen Reposition, indem die Hauptfragmente in Richtung der zur Fraktur geführten Krafteinwirkung voneinander wegbewegt werden (64).

Steht der Ärztin/dem Arzt eine Assistenz zur Verfügung, welche den verletzten Arm während der Prozedur gegenhält, können die oben genannten Maßnahmen auch ohne Aushang erfolgen (64). Laut Weigel B. (64) stellte die intravenöse Regionalanästhesie die beste Möglichkeit der Schmerztherapie im Rahmen dieser Reposition dar.

1.10 Konservative Therapie

Die Entscheidung, ob eine Fraktur konservativ oder operativ behandelt werden muss, hängt größtenteils von der Dimension der Dislokation, den Begleitverletzungen sowie der Stabilität der Radiusfraktur ab (10). Kriterien, die für eine konservative Therapie sprechen, sind nach Gehrman S. et Windolf J. (68) stabile und nicht dislozierte Frakturen, eine primär dislozierte Fraktur, die nach einer Reposition im Gips stabil ist sowie kindliche Frakturen, die mit einer Dislokation von nicht mehr als 20° bis zum 10. Lebensjahr einhergehen. Eine Ausnahme ergibt sich jedoch bei sehr alten, inaktiven und multimorbiden

Patientinnen und Patienten mit stark dislozierter Fraktur (10). In Anbetracht der Gesamtsituation kann hier ebenfalls eine konservative Therapie eingeleitet werden, wobei der Knochenbruch nach Reposition für sechs Wochen ruhiggestellt werden sollte (10).

Nach Lafontaine erhöhen Faktoren wie ein Lebensalter über 60, eine dorsale Abkipfung von mehr als 20°, eine radiale Verkürzung von mehr als 5 mm, eine dorsale Trümmerzone und/oder eine begleitende Ulnafraktur die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einer sekundären Frakturdislokation kommt und sich somit die funktionelle Prognose deutlich verschlechtert (68).

Radiusfrakturen, die nach den o.g. Kriterien konservativ behandelt werden können, werden prinzipiell in einer Gipsschiene oder in einem gespaltenen Unterarmgipsverband für ca. vier bis sechs Wochen (68) ruhiggestellt. Wobei bei Eintreten einer posttraumatischen Schwellung die Unterarmgipsschiene im Vergleich zu zirkulären Gipsverbänden mit geringeren Risiken für ein Kompartmentsyndrom verbunden ist (68).

Das Anlegen einer Gipsschiene bzw. eines gespaltenen Unterarmgipsverbandes ist grundsätzlich eine ärztliche Tätigkeit, welche jedoch delegiert werden kann. Sollte diese Tätigkeit nicht von der Ärztin/dem Arzt selbst ausgeführt werden, so muss die korrekte Anlage des Gipses anschließend von dieser/diesem geprüft werden, da die behandelnde Ärztin/der behandelnde Arzt die Verantwortung für die einwandfreie Ruhigstellung trägt.

Im Rahmen der Anlage des Gipses wird zunächst ein Baumwollschlauchverband angelegt, welcher mindestens doppelt so lang wie der Unterarm sein sollte, da dieser sich beim Überstülpen ausdehnt und somit verkürzt (64). Zudem werden die beabsichtigten, etwas zu langen Enden des Baumwollschlauchverbandes später umgestülpt, um einen weichen und gipsfreien Rand zu erzeugen.

Anschließend wird der Unterarm mit einer Wattebinde ein- bis zweimal umwickelt, um mögliche Druckstellen durch den harten Gips zu vermeiden (64). Damit der Gips später nicht mit der Wattebinde verklebt, wird nun mit Hilfe einer Papierbinde eine dünne Trennschicht erzeugt (64). So kann der Gips im weiteren Verlauf zur Hautpflege und zur klinischen Kontrolle abgewickelt und für die Patientin/den

Patienten wiederverwendet werden. Anschließend wird im Falle einer Gipsschiene die vorbereitete Gipslonguette dorsal auf den Unterarm angelegt. Diese sollte an den Mittelhandköpfchen beginnen und etwas zwei Querfinger vor der Ellenbeuge enden (64). Dies ist insofern wichtig zu beachten, damit der Faustschluss, der für den venösen Rückfluss essentiell ist, nicht behindert wird und der Arm im Ellenbogengelenk mobil bleibt (64). Wird ein Unterarmgipsverband bevorzugt, so wird dieser mit einem Gipswickel zirkulär angewickelt und im Rahmen der Aushärtung gespalten. Als nächstes werden die Enden des Baumwollschlauchverbandes umgeschlagen und eine elastische Binde provisorisch zur Anmodellierung angelegt. Diese kann am Ende durch einen neuen Verband ersetzt werden. Bei der Anmodellierung ist darauf zu achten, dass keine Druckstellen oder scharfe Kanten entstehen und der Verband nicht zu eng angewickelt wird. Die Dorsalextension sollte im Handgelenk zwischen 20 - 30° liegen und eine Abduktion von 0° einhalten (64).

Ob eine Fraktur nach Reposition im Gips stabil bleibt und somit konservativ behandelt werden kann, hängt neben dem Repositionsergebnis und der Art der Fraktur auch von der Qualität des Gipses ab. Hierbei ist entscheidend, ob der Gips die Kriterien der Dreipunktstützung erfüllt (64). Damit ist die besondere dorsale Abstützung über dem proximalen Unterarm, die volare Stabilisierung über dem distalen Unterarm sowie die dorsale Sicherung über der Handwurzel beschrieben (64).

Fernandez differenziert bezüglich der Ruhigstellungsdauer einer nicht dislozierten Radiusfraktur junge, aktive von älteren und weniger aktiven Patientinnen/Patienten (10). Seine Empfehlung ist die Ruhigstellung der Fraktur von jungen Patientinnen und Patienten für sechs Wochen mit anschließender intermittierender Ruhigstellung für weitere drei Wochen in einer Manschette, die abnehmbar sein sollte (10). Bei gleicher Weiterbehandlung in abnehmbarer Manschette empfiehlt Fernandez jedoch eine Verkürzung der initialen absoluten Ruhigstellung auf fünf Wochen für ältere Patientinnen und Patienten (10).

Bei Grünholzfrakturen im Kindesalter werden diese unter Berücksichtigung ihrer Dislokation erst reponiert und dann je nach Repositionsergebnis und Frakturform

in einer Ober- oder Unterarmgipsschiene ruhiggestellt (18). Nach der Reposition noch bestehende Rotationsfehlstellungen müssen hier in jedem Fall korrigiert werden, wohingegen geringe Fehlstellungen der Achsen toleriert werden können, da sich diese durch die noch bestehende kindliche Wachstumsphase ausgleichen (18).

1.10.1 Nachbehandlung der konservativen Therapie im Gips

Bei der Nachbehandlung von nicht dislozierten und stabilen Frakturen nach Reposition im Gips ist die engmaschige nativ-radiologische Kontrolle (nach ein, zwei und vier Wochen (8)) der Fraktur essentiell, um sekundäre Dislokationen frühzeitig zu erkennen und ggf. die Therapieform anzupassen (10). Während der Ruhigstellung im Gips ist auf eine ausreichende Mobilisation der Finger, des Ellenbogens sowie der Schulter zu achten, zudem beugt eine begleitende Krankengymnastik eine Einsteifung der o.g. Gelenke vor (10, 68). Des Weiteren kann eine manuelle Lymphdrainage, das Hochlagern der verletzten Extremität und das regelmäßige Bewegen der Finger in Eigenregie zu einer Verbesserung des venösen Abflusses führen und somit entstauend wirken (31).

1.10.2 Komplikationen der konservativen Therapie im Gips

Im Wesentlichen sind als Komplikationen im Rahmen von konservativen Therapiemaßnahmen die sekundären Dislokationen im Gips zu nennen (78). Diese sind zeitnah zu erkennen, auch um ggf. noch rechtzeitig operativ intervenieren zu können, weshalb regelmäßige radiologische sowie klinische Verlaufskontrollen obligat sind (78).

Zu den weiteren Komplikationen gehört das complex regional pain syndrome (CRPS), welches auch Morbus Sudeck oder Sudeck-Dystrophie genannt wird. Die mit dieser Symptomatik einhergehende autonome Dystrophie bzw. Atrophie der Weichteile und des Knochens führen zu einer Funktionsstörung der betroffenen Extremität und kann sowohl im Rahmen einer konservativen Therapie, als auch postoperativ in Erscheinung treten (30). Neben einer unverzüglichen Einleitung

der Therapie wird ein multidisziplinäres Behandlungskonzept empfohlen (82). Hier liefert die beste Grundlage für eine individuelle und patientenorientierte Therapie die Kombination aus Physiotherapie, psychiatrischer Therapie, Schmerz- sowie Ergotherapie, die gemeinsam mit einer Fachärztin/einem Facharzt für Anästhesie und ggf. einer Psychotherapeutin/einem Psychotherapeuten erarbeitet werden sollte (10, 82).

Das akute Karpaltunnelsyndrom stellt eine weitere Komplikation der konservativen Therapie dar. Dies entsteht im Rahmen der posttraumatischen Schwellung und fällt durch Schmerzen und/oder Parästhesien im Versorgungsgebiet des Nervus medianus auf. In diesem Fall sollte eine operative Spaltung des Ligamentum carpi transversum mit anschließender Plattenosteosynthese zur Stabilisierung der Fraktur erfolgen (78).

1.11 Operative Therapie

Kann eine Fraktur des Radius nicht konservativ behandelt werden, so muss sie zusätzlich zur externen Ruhigstellung im Gips operativ versorgt und dadurch von innen stabilisiert werden. Ziel einer jeden osteosynthetischen operativen Behandlung des Radius ist die möglichst beste Wiederherstellung der Funktionalität der Hand, in dem man versucht, die anatomischen Verhältnisse optimal zu rekonstruieren (73). Zur sicheren präoperativen Planung sollte, unter Einbeziehung der Begleitverletzungen und Nebenerkrankungen, die Fraktur genauestens klassifiziert und die OP-Indikation durch eine Fachärztin/einen Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie gestellt werden (73).

Zu den OP-Indikationen gehören neben einer Gelenkbeteiligung mit Stufenbildung von > 2mm, eine hohe Instabilität, alle Flexionsfrakturen (da diese im Gips nicht ausreichend gehalten werden können (64)), instabile und dislozierte Frakturen, sekundäre Dislokationen im Gips, Irritationen der N. medianus, 2 - 3° offene Frakturen, Galeazzi-Frakturen sowie (AO-23-)A1-A3 Frakturen mit distaler Trümmerzone (9, 68, 78).

Die Versorgung der Fraktur sollte bei bestehender Indikation zur Operation zum frühestmöglichen Zeitpunkt durchgeführt werden. Eine Ausnahme stellt jedoch die

operative Behandlung einer komplexen Fraktur mit ausgedehnter posttraumatischer Weichteilschwellung dar (64). Hier sollte die Operation erst nach drei bis fünf Tagen erfolgen, wenn die Extremität ausreichend abgeschwollen ist (64).

So wie bei jedem operativen Eingriff ist auch bei der Radiusosteosynthese eine Aufklärung über die Risiken und möglichen Komplikationen der Operation obligat. Hier muss die behandelnde Ärztin/der behandelnde Arzt neben den üblichen operativen Risiken wie Blutungen, Infektionen, Nervenverletzungen, Keloidbildung etc. über die speziellen und für operative Verfahren spezifischen Risiken ausführlich und hinreichend aufklären (64). Die für das jeweilige Operationsverfahren spezifische Risiko für Komplikationen werden bei dem Thema „spezielle postoperative Komplikationen“ aufgeführt.

1.11.1 Operationstechniken bei Radiusosteosynthese

Welche der vielfältigen Operationsverfahren durch die Ärztin/den Arzt gewählt wird, hängt stark von dem Typ der Fraktur ab und muss bei jeder Patientin/jedem Patienten individuell bestimmt werden. Hierbei sollte das operative Verfahren gewählt werden, welches eine möglichst gute fragmentale Durchblutung erhält (48). Zudem sollte das gewählte Implantat in der Lage sein, seine Funktion bis zum Abschluss der Frakturheilung auszuüben (48).

Das Ziel der Osteosynthese ist jedoch bei allen Formen identisch, nämlich die suffiziente Ruhigstellung der Fraktur in möglichst korrekter anatomischer Position, bis eine stabile Durchbauung des Bruches stattgefunden hat (48).

In vielen Fällen haben sich die offene Reposition mit palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese etabliert (44). Zudem stehen weitere Operationstechniken wie die dorsale Plattenosteosynthese, die perkutane Kirschner-Draht-Osteosynthese, der Fixateur externe sowie die Schraubenosteosynthese zur Verfügung.

Bezüglich der Metallwahl hat sich bis heute kein Werkstoff eindeutig durchgesetzt (48). Bei Titan ist, im Gegensatz zu Stahl (Nickelallergie), bis heute kein allergener

Effekt nachgewiesen worden, dahingegen ist Stahl deutlich biegsamer, was dazu führt, dass dieser nicht so schnell bricht wie das sprödere Titanimplantat (48).

1.11.2 Kirschner-Draht-Osteosynthese

Die Kirschner-Draht-Osteosynthese ermöglicht eine einfach, schnelle, effiziente (Kosten, Aufwand) und minimal invasive operative Therapieform (64). Bei Brüchen im Erwachsenenalter hat ihre Bedeutung, nach Einführung von anatomisch geformten winkelstabilen Platten, deutlich an Wert verloren, gehört aber zu den Standardverfahren der pädiatrischen Stabilisierung von distalen Radiusfrakturen und kann sowohl in epikutaner oder subkutaner Technik angewandt werden (64, 75).

Bei epikutaner Kirschner-Draht-Osteosynthese überwiegt die Effizienz und die nicht erforderliche zweite Narkose im Rahmen der Metallentfernung, wohingegen eine psychische Belastung der Kinder und zum Teil auch der Eltern aufgrund der sichtbaren Drähte (K-Drähte) sowie eine erhöhte Infektionsrate befürchtet wird (75). Neben den kindlichen Radiusfrakturen kann die Kirschner-Draht-Osteosynthese noch bei instabilen Monoblockfrakturen vom Typ A2/A3 und stabiler B1/C1 der AO-Klassifikation genutzt werden, wenn eine ausreichend gute Knochenqualität besteht (73).

Die Durchführung erfolgt je nach Wunsch der Operateurin/des Operateur am hängenden, extendierten Arm oder auf einem Armtisch, wobei die obere Extremität nah am Operationsfeld mit einer am Rand klebenden U-Folie steril abgedeckt wird (64). Zudem erfordert die Operationstechnik die Verwendung eines Bildwändlers (BVs) im OP-Saal (73).

Bei der Osteosynthese mit Kirschner-Drähten werden zwei Varianten voneinander unterschieden, die auch kombiniert angewandt werden können, und in der Regel den Einsatz von 1,6 – 2,0 mm starken Kirschner-Drähten voraussetzen (64). Unterschieden wird zwischen der intrafokalen Drahtführung nach Kapandji und der extrafokalen Drahtplatzierung nach Willenegger (73). Bei beiden Formen der

Kirschner-Draht-Osteosynthese wird die Fraktur, nach der entsprechenden Lagerung, zunächst geschlossen reponiert (73).

Erfolgt die Reposition nicht zufriedenstellend, so ist häufig die gute Knochenqualität und/oder ein erhöhter ligamentärer bzw. muskulärer Gegenzug (insbesondere bei jungen Patientinnen/Patienten) die Ursache (64). In diesen Fall kann die Repositionstechnik nach Kapandji angewandt werden. Hierbei werden zwei bis drei K-Drähte von proximal-dorsal in den Frakturspalt eingeführt und nach distal gehebelt, so dass das distale Hauptfragment angehoben und reponiert werden kann (64, 78). Nach erfolgreicher Reposition und Osteosynthese empfiehlt es sich, die K-Drähte der Kapandji Repositionstechnik wieder zu entfernen, da diese eine erhöhte Spannung auf den Frakturspalt auslösen und somit eine sekundäre Dislokation begünstigen können (64).

Ist die Fraktur zufriedenstellend eingestellt, so werden zwei K-Drähte nach einer längsverlaufenden Stichinzision über den Processus styloideus radii, durch den Frakturspalt hinweg in die Gegenkortikalis eingebracht (78). Zur besseren Stabilität werden die K-Drähte nicht in einer Ebene positioniert, sondern versetzt voneinander (78). Anschließend werden die Kirschner-Drähte entweder auf Haut- oder Subkutanniveau gekürzt und umgebogen (78).

Reicht eine Osteosynthese mit K-Drähten aufgrund eines ausgeprägten Weichteilschadens oder in Anbetracht der Begleitverletzungen nicht aus, so kann das Verfahren auch mit einem Fixateur externe kombiniert bzw. durch diesen ergänzt werden (68). Nach der Operation ist eine vierwöchige Ruhigstellung der Fraktur im zirkulären Gipsverband oder in einer Gipsschiene, die radiallyseitig mitstabilisiert, erforderlich (73). Eine Materialentfernung (ME) der K-Drähte ist in jeden Fall obligat und nach ausreichender Konsolidierung durchzuführen (73).

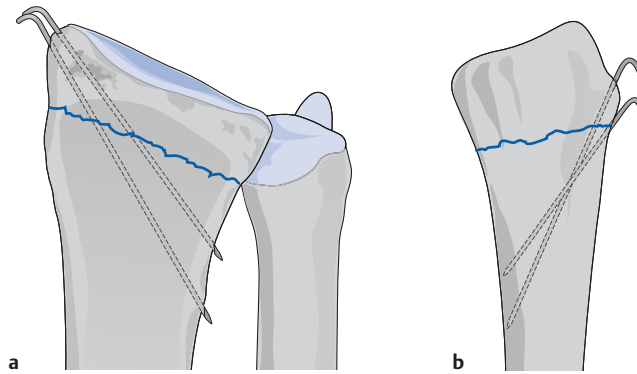


Abbildung 8: Kirschner-Draht-Osteosynthese bei distaler Radiusfraktur (29)

1.11.3 Fixateur externe

Ein weiteres Verfahren der operativen Radiusosteosynthese bietet der Fixateur externe. Er wird bei offenen Frakturen, Frakturen vom Typen A3 der AO-Klassifikation mit ausgedehnter dorsaler Trümmerzone, intraartikulären (AO-23) C2/C3 Frakturen, infizierten Frakturen (welche häufig bei polytraumatisierten Patientinnen/Patienten auftreten) sowie bei schwierigen Weichteilverhältnissen (wie ausgedehnte Weichteilschwellungen oder bei offen verschmutzten Wunden) angewendet (10, 64, 68, 73).

Der Fixateur externe kann, bis eine endgültige Versorgung möglich ist, temporär (z.B. aufgrund von schwierigen Weichteilverhältnissen) oder als definitive Behandlungsform angebracht werden (68). Bei der definitiven Versorgung bietet es sich an, insbesondere wenn nach der Reposition und Retention noch signifikante Gelenkstufen bestehen, den Fixateur externe mit einer additiven Therapieform, wie mit K-Drähten, Schrauben oder einer Spongiosaplastik zu kombinieren (52, 68). Neben einer verbesserten Reposition der Frakturfragmente wird durch eine kombinierte Therapieform mit der perkutanen Kirschner-Draht-Osteosynthese auch das Risiko einer sekundären Dislokation nach ME gesenkt (10).

In Anbetracht dessen, dass mit der langen Ruhigstellung bei einer Behandlung mit einem Fixateur externe oft Bewegungseinschränkungen einhergehen und ein erhöhtes Auftreten eines complex regional pain syndrome (CRPS) beobachtet wurde, wird die ausschließlich operative Therapie mit einem Fixateur externe

zunehmend durch die interne Osteosynthese verdrängt (10). Zu den Vorteilen der Osteosynthese mit dem Fixateur externe gehören neben einer einfachen Installation eine gute Beurteilbarkeit der Weichteilsituation im Verlauf sowie dass das Frakturhämatom unversehrt bleibt (73).

Hinsichtlich der Therapie von älteren Patientinnen/Patienten (über 65 Jahren) wird, bei mittel- bis langfristigen gleichem funktionellen Outcome, wenn möglich, die winkelstabile Plattenosteosynthese bevorzugt, auch wenn der Fixateur als 2. Wahl eine gute alternative Option darstellt (80).

Das Prinzip der Osteosynthese mit einem Fixateur externe ist das der Ligamentotaxis (68). Bei dieser wird eine Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse durch eine Reposition sowie eine Retention der Fraktur in Längszug von außen ermöglicht (68). Dafür werden zunächst, nach einer Stichinzision, zwei so genannten Schanzschrauben frakturfern von dorso-radial, einmal proximal in den Radius sowie einmal distal in die Basis des Metacarpale II, positioniert (64). Nach Ausrichten bzw. Reponieren der Fraktur unter Bildwandler werden zwei weitere Schanzschrauben, diesmal jedoch frakturfern, in Radius und Metacarpale II eingebracht und die Installation durch das Anbringen der extern zum Liegen kommenden Verbindungsstangen beendet (64). Die Ausrichtung der Verbindungsstangen erfolgt in der Regel in Palmarflexion sowie Ulnarabduktion (78).

Der Fixateur externe sollte eine Therapiedauer von sechs Wochen nicht überschreiten, wobei die Ligamentotaxis, um den Bandapparat zu schonen und der Ausbildung eines CRPS vorzubeugen, bereits nach zehn Tagen reduziert bzw. dynamisiert wird (68, 73). Zudem ist im Rahmen der Nachbehandlung eine Pin-Pflege, welche im Idealfall bei ausreichender Compliance durch die Patientin/den Patienten selbstständig durchgeführt wird, essentiell um eine Pintrack-Infektion vorzubeugen (68, 73).

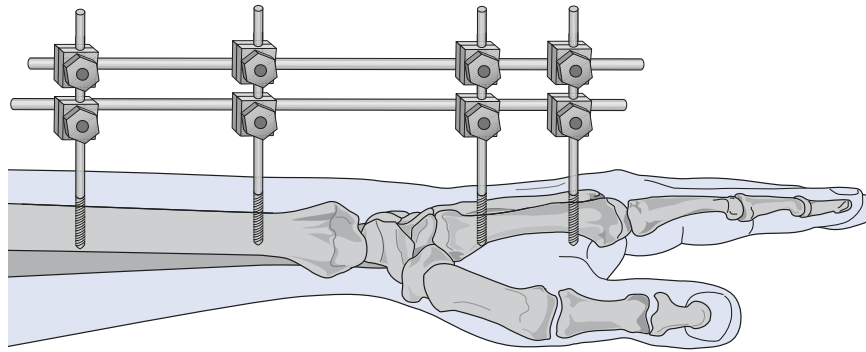


Abbildung 9: Fixateur externe (26)

1.11.4 Perkutane Schraubenosteosynthese

Bei der nur selten vorkommenden Chauffeur-Fraktur (AO-23 B1), bei der es zu einer isolierten Absprengung des Processus styloideus radii kommt, besteht die Möglichkeit, diese mit Hilfe einer perkutanen Schraubenosteosynthese chirurgisch zu versorgen (64, 68). Unter Verwendung kanülierter, kurzgewindiger Spongiosaschrauben (in der Regel 4,0er) existiert die Option den Knochenbruch mit zwei oder nur einer Schraube auszustatten (64). Diese Entscheidung hängt von der Größe des Fragmentes ab, bei großen Bruchstück können zwei Schrauben eingesetzt werden und bei kleinen Fragmenten empfiehlt es sich, nur eine Spongiosaschraube zu benutzen (64). Wird nur eine Schraube verwendet, so kann darüber hinaus ein K-Draht zur Rotationsprophylaxe platziert werden, ggf. ist auch die Nutzung von Herbert-Schrauben indiziert (64).

Im Rahmen der Nachbehandlung wird die Extremität in einer Unterarmgipsschiene für ca. vier Wochen ruhiggestellt, zudem erfolgen regelmäßige nativ-radiologische Verlaufskontrollen (postoperative 2. Tag, 4. Wochen, 12 Wochen sowie nach 6 Monaten im Rahmen der ME) (64). Des Weiteren sollte nach der Operation im Zusammenhang mit der obligaten Überprüfung der Sensomotorik sowie der Durchblutung insbesondere auf das sensible Versorgungsgebiet des Ramus superficialis des N. radialis geachtet werden, da es häufig zu einer postoperativen Irritation des Nerven kommt (68).

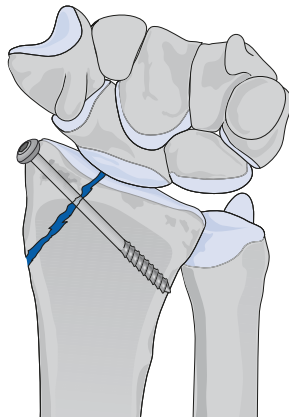


Abbildung 10: Schraubenosteosynthese bei Chauffeur-Fraktur (25)

1.11.5 Konventionelle und winkelstabile Plattenosteosynthesen

Wo monofragmentäre Frakturen des Radius noch durch eine Schraubenosteosynthese stabilisiert werden können, ist spätestens bei einem mehrfragmentären Bruch der Speiche die Versorgung mittels Plattenosteosynthese, welche von dorsal oder palmar erfolgen kann, anzustreben (10). Neben einer intraoperativen makroskopischen Visualisierung der Fraktur, kann hier eine direkte Beurteilung der Gelenkflächen vor und nach Reposition erfolgen (10). Zudem überzeugt die Plattenosteosynthese durch die Möglichkeit der früheren Mobilisation im Vergleich zur konservativen Therapie oder bei Anlage eines Fixateur externe (10). Auch Begleitverletzungen können durch eine Schnitterweiterung im Rahmen der offenen Reposition mit interner Fixation mitbehandelt werden (10).

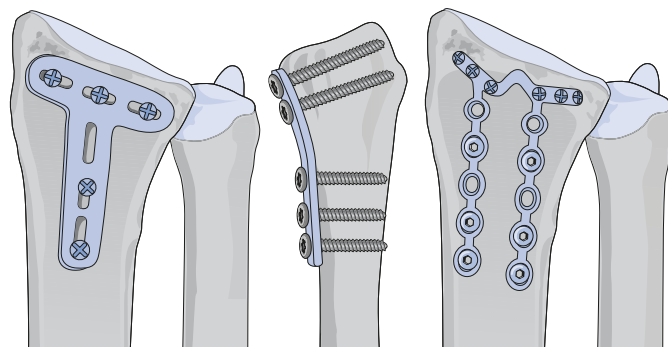


Abbildung 11: Palmare und dorsale Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur (24)

Nach der Einführung der T-Platte in den 1960er Jahren durch Maurice E. Müller galt diese mehr Jahrzehntlang als Goldstandard der distalen Radiusosteosynthese (64). Das Prinzip der klassischen offenen Reposition mit interner Fixation (ORIF) besteht darin, die Gelenkflächen anatomisch korrekt wiederherzustellen und das Handgelenk radiokarpal sowie radioulnar zu stabilisieren (64). Distale Radiusfrakturen wurden damals, wenn eine streckseitige Eintauchung vorlag, von dorsal, bei einer palmaren Abkipfung von volar versorgt (64). Da der dorsale Zugangsweg mit einem erhöhten Auftreten von Morbiditäten verbunden ist, wird heute die palmare Plattenosteosynthese bevorzugt (78). Dies wurde jedoch erst durch die Einführung von winkelstabilen Implantaten ermöglicht (64). Bei winkelstabilen Osteosynthese-Systemen haben sowohl die Schraubköpfe als auch die Plattenlöcher ein Gewinde, wodurch sich beide Komponenten winkelstabil verankern lassen. Durch diesen Vorteil gegenüber herkömmlichen Platten konnten nun alle instabilen Frakturen mit ausreichenden großen Fragmenten, auch bei schlechter Knochenqualität (Osteoporose), von palmar zuverlässig stabilisiert werden (64).

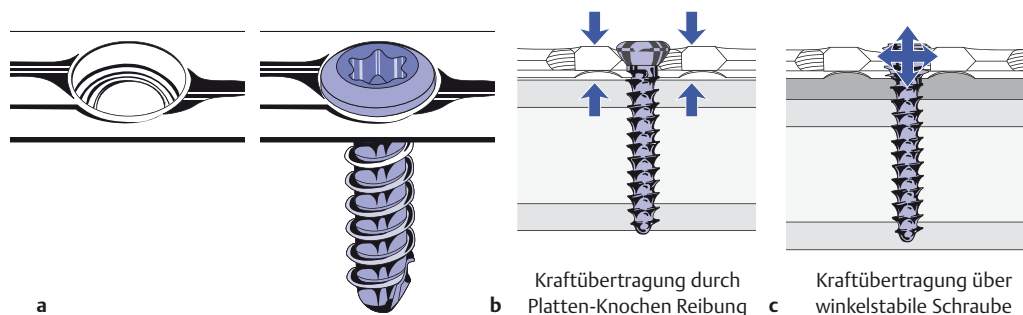


Abbildung 12: Prinzip der winkelstabilen Schraubensysteme (23)

1.11.6 Dorsale Plattenosteosynthese

Eine Plattenosteosynthese von dorsal wird heute nur noch sehr selten durchgeführt. Indikationen für diese Form der operativen Versorgung sind jedoch noch neben instabilen extraartikulären AO-23 A3 Frakturen auch instabile intraartikuläre AO-23 C2 und C3 Frakturen des Radius (73).

Im Rahmen der präoperativen Vorbereitung wird der Arm der/des auf dem Rücken liegenden Patientin/Patienten auf einen seitlichen Armtisch abduziert und

bei proniertem Unterarm im Ellenbogengelenk vorzugsweise gebeugt oder gestreckt gelagert (22). Nach der obligaten Hautdesinfektion sowie sterilem Abdecken erfolgt der Hautschnitt bei liegender Blutsperre (46). Der Schnitt wird streckseitig vom Proc. styloideus radii nach proximal ca. 7-8 cm entlang des Radius geführt (22). Nach einer adäquaten Blutstillung wird durch eine Inzision zunächst die tiefe Faszie längs eröffnet und anschließend das Retinaculum extensorum ebenfalls in Längsrichtung gespalten (22, 46). Dabei ist stets auf Nervenäste des Ramus superficialis des N. radialis zu achten (22). Die sich nun zeigenden Sehnen bzw. Muskelbäuche des M. extensor digitorum, des M. extensor pollicis longus, des M. abductor pollicis longus, des M. extensor pollicis brevis sowie die des M. extensor carpi radialis brevis gilt es zu schonen und werden, um das distale Viertel des Radiuschaftes darzustellen, nach radial bzw. ulnar weggehalten (22). Nach einer unter BV-Kontrolle erfolgten Reposition, ggf. mit zur Hilfenahme eines gerollten, sterilen Tuches als Hypomochlion, kann diese temporär durch die Anlage eines K-Drahtes gehalten werden, während anschließend die geplante Plattenosteosynthese erfolgt (46, 64). Auch im Rahmen der dorsalen operativen Versorgung einer Radiusfraktur ist ein winkelstabiles Plattensystem das Verfahren der Wahl (73).

Die intraoperative Stabilität der Fraktur sowie die Konchenqualität der Patientin/des Patienten sind maßgeblich für die Festlegung des Nachbehandlungsprocedures (73). In Anbetracht der Gesamtsituation ist eine funktionelle Physiotherapie nach sicherer Ausheilung der Weichteile prinzipiell aus der Schiene heraus möglich, eine Handgelenksorthese sollte jedoch für vier bis sechs Wochen, je nach Frakturtyp und Compliance, getragen werden (68, 73). Da die Strecksehnen anatomisch bedingt über die dorsale Platte reiben, kann es zu einer Ruptur kommen, weshalb eine Metallentfernung nach 4-6 Monaten immer zu empfehlen ist (10). Zudem ist hierbei anzuraten, eine Arthrolyse durchzuführen, da es durch die Platte meist zu einer Extensionseinschränkung kommt (10).

1.11.7 Palmare Plattenosteosynthese

Nach der Einführung der winkelstabilen Plattensysteme hat die palmare die dorsale Plattenosteosynthese aufgrund diverser Vorteile und in Anbetracht des durch die Winkelstabilität entstandenen erweiterten Versorgungsspektrums immer weiter verdrängt (10). Die anfangs nur bei Smith-Frakturen angewendete Form der operativen Therapie wird mittlerweile bei nahezu allen instabilen, Extensions- sowie Flexionsfrakturen eingesetzt (10, 73). Insbesondere sind hier die guten Indikationen bei Frakturen vom Typ AO-23 A2, A3, B2, B3, C1, C2 und C3 zu nennen (68). Allerdings kann die palmare Plattenosteosynthese laut Winker et. Uzdil (73) bei hochgradig instabilen, extendierten, intraartikulären Trümmerfrakturen an ihre Grenzen kommen. In diesem Fall kann additiv ein dorsale Verplattung angestrebt werden (10).

Zu den Vorteilen der volaren Positionierung der Platte gehören neben der einfachen anatomischen Reposition und Wiederherstellung der ursprünglichen Länge des Radius, dass die Strecksehnen bei diesen Verfahren kaum mehr rupturieren (10). Bei der palmaren Plattenversorgung war es durch die Reibung der streckseitigen Sehnen über das Implantat immer wieder zu Rupturen gekommen. So gehört es zu den weiteren Vorteilen des volaren Zuganges, dass es durch den M. pronator quadratus zu einer dreidimensionalen Trennung der Platte von den Beugesehnen kommt, was dazu führt, dass diese geschont werden und eine Metallentfernung nun nicht mehr obligat ist (10).

Die präoperative Vorbereitung findet beim anterioren/palmarseitigen Zugang nahezu identisch wie beim posterioren/dorsalseitigen Zugang statt. Die Patientin/der Patient wird in Rückenlage gelagert und die zu operierende Extremität wird auf einen seitlichen Armtisch abduziert und bei supinierten Unterarm im Ellenbogengelenk wahlweise gebeugt oder gestreckt gelagert (22). Um die Gefahr eines möglichen Plexusschadens zu entgehen, sollte die Schulter hierbei nicht weiter als 90° abduziert werden, zudem kann optional eine kleine Rolle unter dem Handgelenk positioniert werden, welches intraoperativ als Hypomochlion dienen kann (60).

Ist die Lagerung abgeschlossen, so wird der Arm erst ausgewickelt und dann die Blutdruckmanschette angeschlossen, um eine Blutleere zu erzeugen (60). Der hierfür benötigte Druck wird in Abhängigkeit zum Blutdruck der Patientin/des Patienten ausgewählt und sollte zwischen 200-300 mmHg liegen (60).

Nach der erforderlichen Hautdesinfektion und nach dem sterilen Abdecken der Extremität beginnt die Operation mit dem Hautschnitt (46). Der etwa 6-8 cm lange radiopalmare Längsschnitt erfolgt von der Handgelenkbeugefalte optional genau über oder leicht radial der Sehne des M. flexor carpi radialis nach proximal (22, 60). Nach der anschließenden Präparation des subkutanen Fettgewebes erfolgt die Spaltung der Fascia antebrachii sowie die Inzision der Sehnenscheide des M. Flexor carpi radialis nach radial (60). Die nun freiliegenden Strukturen wie die Sehne des M. flexor carpi radialis, die Sehne des M. flexor pollicis longus, die A. radialis inklusive ihrer Begleitvenen, der Ramus superficialis des N. radialis sowie die Sehne des M. brachioradialis werden nach radial bzw. ulnar retrahiert (22). Durch diese Manöver wird der sich unter den o.g. Strukturen befindliche M. pronator quadratus sichtbar und wird im nächsten Schritt der Präparation so inzidiert, dass ein kleiner Teil des Muskels radial verbleibt (60). Der restliche Teil des M. pronator quadratus wird mit dem Raspatorium so vom Radius gelöst, dass dieser als Ganzes nach ulnar weggeschoben werden kann (60). Nach diesem Schritt wird das distale Viertel des Radius so dargestellt, dass die eigentliche Osteosynthese erfolgen kann (22). Nach Inspektion der Frakturverhältnisse wird der Frakturspalt durch sparsames Spülen von hämatösen Rückständen befreit und die Fraktur ggf. unter Zuhilfenahme einer Handgelenksextension durch digitalen Druck reponiert und anschließend durch ein Einbringen eines winkelstabilen Plattensystems retendiert (46). Ist die Fraktur ausreichend stabilisiert, so ist im Rahmen des schichtweisen Wundverschlusses auf eine adäquate Rekonstruktion des M. pronator quadratus mit seinem noch radial befindlichen Anteil zu achten und die Fascia antebrachii sorgsam zu vernähen (60).

Bezüglich der postoperativen Nachbehandlung empfiehlt sich eine Ruhigstellung der verletzten Extremität in dorsaler Unterarmgipsschiene bis mindestens zur abgeschlossenen Wundheilung und der damit verbundenen Entfernung des Nahtmaterials (68). Anschließend kann je nach Frakturtyp, intraoperativer

Stabilität und Compliance der Patientin/des Patienten individuell über eine frühe physiotherapeutisch assistierte Mobilisation entschieden werden (68). Hinsichtlich des Frakturtyps sollten extraartikuläre Frakturen postoperativ zwei Wochen und intraartikuläre Bruch für insgesamt vier Wochen ruhiggestellt werden (64). Bestehen zusätzlich begleitende Verletzungen im Handgelenk, ergibt sich die Indikation zur Ruhigstellung für insgesamt sechs Wochen (68).

Additive Maßnahmen zur Gipsversorgung sind krankengymnastische aktive Bewegungsübungen maximal bis zur Schmerzgrenze, eine adäquate und bedarfsgerechte orale/i.v.-analgetische Therapie, das Hochlagern des operierten Arms, ggf. das Einleiten von Lymphdrainage sowie eine angemessene Kryotherapie (20, 64). Nativ-radiologische Verlaufskontrollen erfolgen am zweiten postoperativen Tag, nach vier bis acht Wochen, nach zwölf Wochen sowie nach sechs Monaten im Rahmen der ggf. durchzuführenden Metallentfernung der Plattenosteosynthese (64). Die Entfernung des Osteosynthesematerials ist jedoch nicht mehr in jedem Fall notwendig (68).

1.11.8 Intramedulläre Osteosynthese am distalen Radius

Mit der im Vergleich noch relativ jungen Methode der intramedullären Retention mit einem winkelstabilen Nagel-Platten-Hybridsystem (Targon DR, Aesculap) steht eine weitere minimalinvasive operative Therapieoption für vorzugsweise instabile extraartikuläre Radiusfrakturen zur Verfügung (64). Das Prinzip dieses Osteosyntheseverfahrens ist es, den frakturierten Knochen von innen zu stabilisieren, in dem man einen Nagel in seinen Markraum einführt (19). Damit dieser rotationsstabil im Knochen fixiert werden kann, müssen zudem Bolzen oder Schrauben so positioniert werden, dass diese in einem anderen Winkel durch den Nagel verlaufen (19).

Vergleicht man die intramedulläre Osteosynthese mit der palmaren winkelstabilen Osteosynthese, so liegt ihr Hauptvorteil in ihrer Minimalinvasivität (57). Für die Positionierung des Marknagels muss nur ein wenige Zentimeter langer Hautschnitt gesetzt werden, wodurch ein deutlich geringeres Weichteiltrauma verursacht wird (19). Auch die Verriegelungsschrauben/-bolzen können über kleine Stichinzisionen

implantiert werden (19). Zudem wird das Periost nicht durch die aufliegende winkelstabile Platte komprimiert (19).

Durch diese Maßnahmen kommt es im Vergleich zur palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese zu einer schnelleren funktionellen Rekonvaleszenz und zu einer signifikanten Reduktion der Schmerzen, was sich in der subjektiven Zufriedenheit der Patientinnen/Patienten widerspiegelt (57, 70). In Anbetracht der Funktionalität hatten beide Osteosyntheseverfahren nach einem Jahr nahezu den gleichen Outcome, was durch Gradl et. al (57) mit Hilfe des mittleren Grandland-and-Werley-Score objektiviert werden konnte (Targon DR mit 1,6; palmare Platte mit 2,0). Mehrfache Gelenkbeteiligungen scheinen der limitierende Faktor für dieses Osteosyntheseverfahren zu sein (57).



Abbildung 13: Versorgung einer dist. Radiusfraktur mit einem TargonR-DR-Nagel (17)

1.11.9 Spezielle postoperative Komplikationen

Als Folge der Verletzung oder im Rahmen der konservativen wie operativen Behandlung können selbst bei sachgerechter Therapie Komplikationen bei einer distalen Radiusfraktur auftreten (59). Diese je nach Schweregrad in Minor und

Major zu unterteilenden Komplikationen werden in ihrer Häufigkeit in der Literatur sehr divergent zwischen 6-80% beschrieben (59). Beuge- und Strecksehnenverletzungen, Infektionen, chronisch regionale Schmerzsyndrome (CRPS), Irritationen von Nerven (überwiegend des N. medianus) sowie postoperative Fehlstellungen sind die häufigsten Komplikationen bei distalen Radiusfrakturen (59). Verheilt die Fraktur aufgrund einer nicht ausreichenden anatomischen Rekonstruktion in einer Fehlstellung, so können neben funktionellen Defiziten auch schmerzhafte radiokarpale Arthrosen mit einer Minderung der Grobgriffkraft die Folge sein (68).

Strecksehnenverletzungen entstehen meist durch dorsal überstehende („zu lange“) Schrauben im Rahmen einer palmaren Plattenosteosynthese oder bei der dorsalen Plattenosteosynthese durch das Implantat selbst (73). Sie können in der Regel durch ein palmares Osteosyntheseverfahren und einer monokortikalen Schraubenlage vermieden werden oder durch eine Metallentfernung, einer Korrektur des Implantats und im schlimmsten Fall durch eine Sehnennaht bzw. -plastik behandelt werden (73).

Als Vorbeugung eines postoperativen CTS sollte ein radiopalmarer Zugang ohne Exploration des N. medianus für die Positionierung der palmaren Plattenosteosynthese erfolgen (73). Zudem kann eine adäquate und zeitnahe Reposition einer dislozierten Radiusfraktur das Risiko eines posttraumatischen CTS reduzieren (73).

Das komplex-regionale Schmerzsyndrom (CRPS) wird häufig durch eine Nervenaffektion, eine schmerzhafte verbleibende Fehlstellung oder eine prolongierte Ruhigstellung der Extremität verursacht oder entsteht in Folge mehrfacher Repositionsversuche (73). Vorbeugend sollte hier eine schmerzfreie Reposition unter adäquater Analgesie angestrebt werden und anschließend durch ein übungsstabiles Osteosyntheseverfahrens frühzeitig physiotherapeutisch beübt werden (73).

Die Einführung des winkelstabilen Plattensystems in Kombination mit dem palmaren Zugang hat zu einer deutlichen Veränderung der Art und Häufigkeit von

postoperativen Komplikationen geführt (59). Vergleicht man die Bohrdrahtosteosynthese und den Fixateur externe (bei Komplikationsraten bis zu 50%) mit der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese (Komplikationsrate je nach Literatur 7 bis 30%) so liegt diese deutlich zu Gunsten der Letzteren (59).

Die für das jeweilige operative Verfahren typischen Komplikationen sowie deren Häufigkeiten werden in der nachfolgenden Tabelle 8 „OP-Verfahren und ihre Komplikationshäufigkeit“ aufgeführt.

OP-Verfahren	Komplikationen und deren Häufigkeit
Spickdrähte (Kirschner- Drähte)	Eher häufig: Implantatlockerung, Algodystrophie, sek. Dislokation, Weichteilläsion, Nervenläsion Eher selten: Pseudarthrose, Sehnenläsion
Fixateur externe	Eher häufig: Pseudarthrose, Implantatlockerung, Algodystrophie, sek. Dislokation, Weichteilläsion, Sehnenläsion Eher selten: Nervenläsion
Dorsale Platte	Eher häufig: Sehnenläsion Eher selten: Implantatlockerung, Algodystrophie, Weichteilläsion, Nervenläsion
Volare Platte	Eher selten: Implantatlockerung, Algodystrophie, Sehnenläsion, Gefäßläsion. Nervenläsion
Schrauben	Eher selten: Nervenläsion

Tabelle 8: OP-Verfahren und ihre Komplikationshäufigkeit (23)

In Anbetracht der Häufigkeiten der Komplikationen und hinsichtlich der Prognose sind neben Faktoren wie dem Schweregrad der Fraktur und der Art der therapeutischen Maßnahme auch Lebensgewohnheiten und Vorerkrankungen der Patientin/des Patienten von großer Bedeutung.

So zeigte sich in der Studie von Hess et al. (15) dass Patientinnen/Patienten mit einem Nikotinabusus statistisch ein signifikant höheres Risiko für eine postoperative Komplikation tragen. Komplikationen wie eine postoperative Überempfindlichkeit im Bereich des distalen Radius, Störungen der Frakturheilung, Revisionen mit Metallentfernung und eine Gelenksteifigkeit traten bei Raucherinnen/Rauchern mit 9,8% deutlich öfter auf als bei Patientinnen/Patienten ohne Nikotinabusus (5,6%) (15). Selbst im Vergleich mit den häufigsten Risikofaktoren, wie einem Diabetes mellitus oder Adipositas hatten Raucherinnen und Raucher ein deutlich erhöhtes Risiko hinsichtlich postoperativer Komplikationen (15).

2 Material und Methoden

2.1 Relevanz und Zielsetzung der Studie

In Anbetracht dessen, dass die distale Radiusfraktur den häufigsten Knochenbruch des Menschen darstellt, ist es nicht verwunderlich, dass ihre operative Versorgung einer der häufigsten Eingriffe im unfallchirurgischen Berufsalltag geworden ist (78). Dabei sind für gewöhnlich junge Patientinnen/Patienten nach schweren Traumata, z.B. im Rahmen von Sport- oder Arbeitsunfällen und ältere Personen nach banalen Stürzen betroffen (39). Bei letzteren scheint die verminderten Knochendichte auf Grund einer Osteoporose ein ausschlaggebender Faktor zu sein (39)

Kann bei älteren Patientinnen/Patienten häufig hinsichtlich der Gesamtsituation eine konservative Therapie mit einer Ruhigstellung im Gipsverband vertreten werden (10), so müssen distale Radiusfrakturen, vor allem bei jungen, aktiven und im Berufsleben integrierten Patientinnen/Patienten, bei entsprechender Indikation, operativ versorgt werden (9, 68, 78).

Behandelnde Ärztinnen/Ärzte werden in der Notfallambulanz oder im Rahmen der OP-Aufklärung immer wieder mit Fragen konfrontiert, inwiefern sich der operative Eingriff am Handgelenk auf ihre Arbeit auswirkt, mit welchem postoperativem funktionellem Outcome und mit welcher Krankheitsdauer sie zu rechnen haben. Da es in der Literatur bisher keine Daten bezüglich der Wiederaufnahme der beruflichen Tätigkeit nach operativ versorgter distaler Radiusfraktur gab, war es Ziel dieser Studie, Frauen und Männer im berufsfähigen Alter nach operativ versorgten distalen Radiusfrakturen per Brief zu kontaktieren, um die für eine adäquate Beantwortung der o.g. Fragen benötigten Daten mittels Fragebogen zu erheben.

2.2 Studiendesign

Bei der Studie handelte es sich um eine retrospektive Datenauswertung am Landeskrankenhaus-Universitätsklinikum Graz (LKH Graz), bei der die für die Analyse benötigten Daten durch einen für die Studie entworfenen Patientinnen-/Patienten-Fragebogen, durch eine gezielte Suche bei openMEDOCS (EDV-System des LKH Graz) sowie durch eine Analyse von radiologischen Untersuchungen im PACS (Picture Archiving and Communication System), dem Bildarchivierungs- und Kommunikationssystem des LKH Graz, erhoben wurden.

2.3 Rekrutierung der Patientinnen/Patienten

Die initiale Rekrutierung der Patientinnen/Patienten erfolgte am 31.07.2019 über eine Suche in openMEDOCS. Hierbei wurde, anhand der Suchbegriffe „distale Radiusfraktur“, „loco typico“, „Fract. Radii.“, „Colles“, „fractura radii“, „Handgelenksbruch und Handgelenksfraktur“, „S52.50“, nach elektronisch verfügbaren Operationsberichten gesucht, deren Operationen in einem Zeitraum vom 01.01.2013 bis zum 30.07.2019 durchgeführt wurden. An Hand dieser Eruierung konnten 411 Patientinnen und Patienten ausfindig gemacht werden, bei welchen in diesen Zeitraum eine Osteosynthese nach distaler Radiusfraktur an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie durchgeführt wurde.

Diese Patientinnen/Patienten wurden anschließend hinsichtlich Ein- und Ausschlusskriterien analysiert. Eingeschlossen wurden Frauen und Männern, die sich aufgrund einer isolierten distalen Radiusfraktur einer Osteosynthese unterzogen hatten und sich zum Zeitpunkt der Operation im berufsfähigen Alter befanden. Frauen ab dem 62. Lebensjahr und Männer ab dem 65. Lebensjahr (entsprechend des gesetzlichen Pensionsantrittsalters in Österreich) wurden demnach für die Studie ausgeschlossen. Das Mindestalter für einen Einschluss in die Studie betrug 18 Jahre. Zudem wurden Patientinnen/Patienten mit jeglicher Form von Begleitverletzungen ausgeschlossen. Dazu gehörten alle Verletzungen, die keine distalen Radiusfrakturen waren und im Rahmen des Traumas, welches zum Bruch der Speiche geführt hatte, entstanden waren.

Nach der Analyse der 411 Patientinnen und Patienten erfüllten 125 die erforderlichen Einschlusskriterien und wurden für die Studie in Betracht gezogen. Die inkludierten Patientinnen/Patienten setzten sich aus 70 Frauen (56%) und 55 Männern (44%) zusammen.

	Anzahl Patientinnen/Patienten
Studieneinschluss	125
Studienausschluss	286
< 18. Lebensjahr	0
> 63. bzw. 65. Lebensjahr	165
Begleitverletzungen	121
Insgesamt	411

Tabelle 9: Ein-/Ausschlusskriterien der Studie

Die Kontaktaufnahme sowie die Befragung der potentiellen Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer erfolgte per Post. Hierbei wurden diese per Anschreiben über die Durchführung der Studie und ihren Zweck bzw. ihrer Bedeutung hinsichtlich der zu erwartenden Aussagekraft über die mittlere Krankenstandsdauer nach einer Radiusosteosynthese sowie über die prospektiven Auswirkungen der Operation auf den jeweiligen beruflichen Alltag informiert. Erfolgte keine Rückmeldung seitens der potentiellen Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer so wurden diese gesondert telefonisch kontaktiert.

Insgesamt konnten auf diesem Weg 67 Patientinnen und Patienten für die Teilnahme an der Studie rekrutiert werden. Die restlichen 58 Patientinnen/Patienten waren lost for follow-up, also telefonisch nicht zu erreichen oder die aktuelle Adresse konnten nicht ausfindig gemacht werden.

In der nachfolgenden Abbildung 15 erfolgt die schematische Darstellung der Rekrutierung der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer in der Form eines Flussdiagrammes.

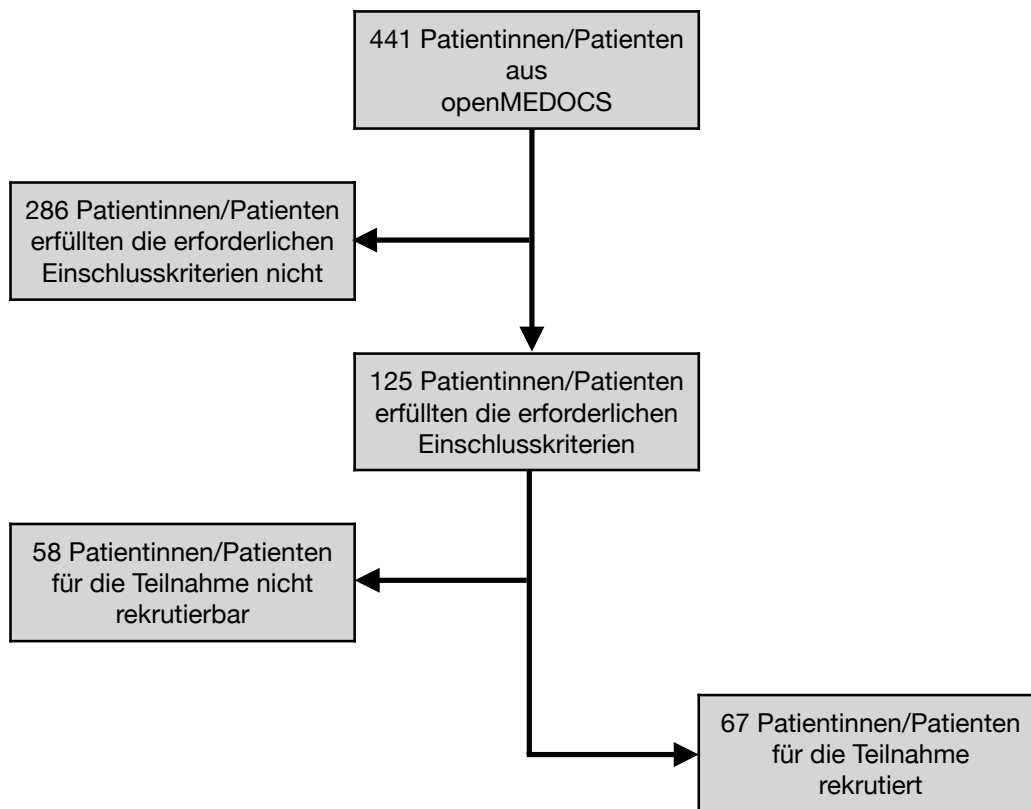


Abbildung 14: Rekrutierung der Patientinnen/Patienten

2.4 Datenerhebung bei openMEDOCS

Nach der Rekrutierung der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer erfolgte die Erhebung der für die Auswertung der Studie relevanten Daten der Patientinnen/Patienten bei openMEDOCS, welche anschließend in einer Tabelle aufgelistet wurden. Hierbei handelte es sich um Informationen über das Alter der Patientinnen/Patienten bei der Operation, das Geschlecht, die Körpergröße, das Körpergewicht, den Body-Mass-Index (BMI), das OP-Datum, welcher Arm operiert wurde, die Schnitt/Naht-Zeiten, die Dauer der Operation und die postoperative Immobilisierungsdauer im Gipsverband.

2.5 Datenerhebung bei PACS (Picture Archiving and Communication System)

Für die radiologische Klassifikation der Radiusfrakturen wurden, die bei PACS archivierten, präoperativ durchgeführte radiologische Untersuchung der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer verwendet. Dabei handelte es sich entweder um nativ-radiologische Untersuchung des Handgelenks in a.-p. und von lateral oder um computertomographische Untersuchungen des Handgelenks. Die Aufgliederung der Frakturen erfolgte an Hand der AO-Klassifikation.

2.6 Patientinnen/Patienten-Fragebogen und Scores

Der für die Studien entworfene Fragebogen setzte sich aus Fragen zur durchgeführten Operation, zur beruflichen Tätigkeit vor und nach der Handgelenksoperation und einer Frage zur höchsten abgeschlossenen Ausbildung zusammen. Zudem wurde die Numerische Rating-Skala (NRS), der DASH Score (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) sowie der PRWE Score (Patient-Rated Wrist Evaluation Score) erhoben (10, 16, 79).

Fragen zur durchgeführten Operation beinhalteten Erkundigungen zur Operationsseite, ob aufgrund einer Komplikation weitere Eingriffe am Handgelenk notwendig waren und ob es nach der Osteosynthese zur einer Metallentfernung gekommen war.

Bezüglich der beruflichen Tätigkeit vor der Handgelenksoperation wurde erfragt, welcher Beruf vor der Radiusosteosynthese ausgeübt wurde. Zudem wurden hier Fragen zur Anzahl der (durchschnittlichen) wöchentlichen Arbeitsstunden, zum Arbeitsverhältnis (angestellt/selbstständig) und zur höchsten abgeschlossenen Ausbildung (keine/Pflichtschule/weiterführende Schule ohne Matura/Lehre/Matura/Hochschule) gestellt. Außerdem erfolgte die Erkundigung, ob bis sechs Monate vor der Handgelenksoperation ein bezahltes Arbeitsverhältnis bestand.

Anschließend erfolgten Auskünfte zur beruflichen Tätigkeit nach der Handgelenksoperation. Hierbei wurde erhoben, ob die Patientin/der Patient nach der Operation wieder eine bezahlte Arbeit aufgenommen hat. In dem Fall, dass diese Frage mit „Nein“ beantwortet wurde, wurde dies mit der Erkundigung, ob die Handgelenksoperation hierfür verantwortlich sei, ob keine Arbeit gefunden wurde oder es zu einem Langzeitkrankenstand gekommen war, genauer eruiert. Des Weiteren wurde die Dauer des Krankenstands in Wochen und wie viele Arbeitsstunden wöchentlich nach der Radiusosteosynthese wieder gearbeitet wurde, erfragt. Zudem erfolgten Fragen zur Zufriedenheit bezüglich der Zeitspanne, bis eine Rückkehr in den Beruf möglich war (sehr zufrieden/zufrieden/unsicher/unzufrieden/sehr unzufrieden) und ob die Patientin/der Patient wieder in denselben Beruf zurückkehren konnte (selber Beruf/anderer Beruf in derselben Firma/anderer Beruf in anderer Firma). Abschließend wurde noch nach der retrospektiven Einschätzung der Zeitspanne bis zur Rückkehr ins Berufsleben nach der Handgelenksoperation gefragt. Hier konnte die Patientin/der Patient angeben, ob es genauso war, wie sie/er es erwartet hatte oder ob es länger bzw. kürzer gedauert hatte. Im zweiten Fall wurde die Studienteilnehmerin/der Studienteilnehmer gebeten ihre/seine ursprüngliche Erwartung in Wochen anzugeben.

Die zudem im Fragebogen verwendeten Scores bzw. die verwendete Skala werden in den anschließenden Kapiteln erläutert.

2.6.1 Numerische Rating-Skala (NRS)

In Anbetracht des aktuellen Fehlens einer Möglichkeit des Objektivierens von Schmerzen ist man in der Humanmedizin neben dem Registrieren von vegetativen Reaktionen auf die subjektive Bewertung der Patientin/des Patienten angewiesen (10). Laut Grifka und Kuster (10) hat sich hierfür neben der visuellen Analogskala (VAS) zur subjektiven Bewertung von Schmerzen durch die Patientin/den Patienten die numerische Rating-Skala (NRS) im klinischen Alltag als zuverlässig erwiesen.

Die NRS Bewertungsskala besteht aus elf Zahlen (0 bis 10), bei welcher die Zahl „0“ „keinen Schmerz“ bedeutet und die Aussage „10“ den „schlimmsten vorstellbaren Schmerz“ beschreibt (41).

Die Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer wurden angehalten, die die Schmerzen repräsentierende Zahl im Fragebogen anzukreuzen.

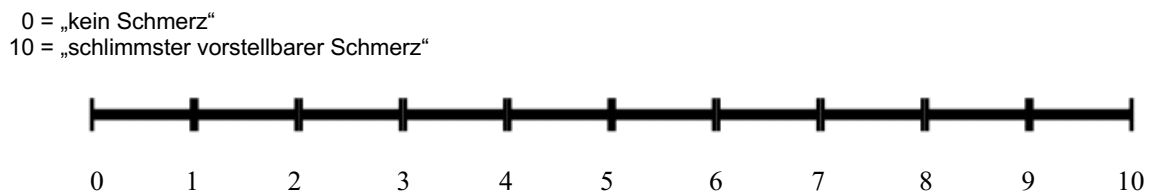


Abbildung 15: Numerische Rating-Skala (NRS)

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

Der DASH Score (Disability of Arm-Shoulder-Hand) bezieht sich auf einem Fragebogen (DASH-Fragebogen) und wurde 1994 von dem Insitut for Work and Health (IWH) in Zusammenarbeit mit der American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) entwickelt (61).

Der DASH-Fragebogen enthält 30 spezifische Fragen, die sich auf die obere Extremität, im Speziellen auf Hand, Arm und Schulter beziehen und die aktuellen Beschwerden und Faktoren der Lebensqualität bezüglich der Gesundheit der Patientin/des Patienten sowie den Funktionszustand eruiert (71). Dabei beziehen sich 21 der 30 Fragen auf alltägliche Situationen, fünf Fragen überprüfen sensomotorische Defizite sowie Schmerzen und weitere vier Fragen erkundigen sich über Schlafstörungen, soziale Aktivitäten und potenzielle Einschränkungen bei der Ausführung beruflicher Tätigkeiten.

Da es sich bei DASH um einen „self-report“-Fragebogen handelt, können die Patientinnen/Patienten diesen selbstständig zuhause ausfüllen (51). Hierfür ist die

Patientin/der Patient dazu angehalten nicht zwischen den beiden oberen Extremitäten bzw. den Gelenken zu unterscheiden, sondern ihre/seine allgemeinen Fähigkeiten und ggf. Probleme bei den beschriebenen Tätigkeiten zu evaluieren. Dabei soll die beste Funktionalität mit einem Punkt, die schlechteste mit fünf Punkten bewertet werden (51).

Bei den 21 Fragen, die sich auf die alltäglichen Situationen beziehen sowie bei der Frage bezüglich möglicher Schlafstörungen ergaben sich demnach folgende Antwortmöglichkeiten: „keine Schwierigkeiten (1 Punkt)“, „geringe Schwierigkeiten (2 Punkte)“, „mäßige Schwierigkeiten (3 Punkte)“, „erhebliche Schwierigkeiten (4 Punkte)“ und „nicht möglich (5 Punkte)“.

Die 5 Fragen zu sensomotorischen Defiziten und zu Schmerzen können mit „keine (1 Punkt)“, „leichte (2 Punkte)“, „mäßige (3 Punkte)“, „starke (4 Punkte)“ oder „sehr starke (5 Punkte)“ beschrieben werden.

Die drei letzten Fragen, welche sich auf potenzielle Einschränkungen bei sozialen Aktivitäten und bei der Ausführung beruflicher Tätigkeiten beziehen, können, analog zu dem oben demonstrierten Schema, wie folgt beantwortet werden. Bei der Frage „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“ konnte mit „überhaupt nicht (1 Punkte)“, „ein wenig (2 Punkte)“, „mäßig (3 Punkte)“, „ziemlich (4 Punkte)“ oder „sehr (5 Punkte)“ beantwortet werden. Die Antwortmöglichkeiten „überhaupt nicht eingeschränkt (1 Punkte)“, „ein wenig eingeschränkt (2 Punkte)“, „mäßig eingeschränkt (3 Punkte)“, „ziemlich eingeschränkt (4 Punkte)“ und „sehr eingeschränkt (5 Punkte)“ standen bei der Frage „Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm-, Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?“ zur Auswahl. Abschließend konnte die Aussage „Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm-, Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann“ mit „stimme überhaupt nicht zu (1 Punkt)“, „stimme nicht zu (2 Punkte)“, „weder Zustimmung noch Ablehnung (3 Punkte)“, „stimme zu (4 Punkte)“ oder mit „stimme sehr zu (5 Punkte)“ beantwortet werden.

Eine Weiterentwicklung des DASH Score ist seine verkürzte Form der QuickDASH Score. Hierbei werden lediglich elf Fragen gestellt, die analog zum DASH Score an Hand einer 5-Punkte Bewertung beantwortet werden müssen (55). Für eine valide Auswertung müssen dafür mindestens zehn der elf Fragen beantwortet worden sein (55).

Der DASH-Fragebogen wurde mittlerweile in diversen Ländern sowie in zahlreichen Studien eingesetzt, wofür er in die jeweilige Landesprache übersetzt und hinsichtlich kulturellen Individualitäten adaptiert wurde (71). Die deutsche Version des DASH-Fragebogens (DASH-G) wurde erstmalig 1999 von G. Germann, G. Wind und A. Harth (51) publiziert (71).

Bei der Auswertung des DASH Scores ist drauf zu achten, dass dieser für eine valide Aussagekraft mindesten 27 Antworten aufweisen muss (16). Ansonsten ist er nicht zu verwerten.

Der DASH Score sowie der QuickDASH Score errechnen sich gemäß folgender Formel (16):

$$\text{DASH Score} = \left[\frac{\text{Summe der } n \text{ Antworten}}{n} - 1 \right] \times 25$$

n = Anzahl der beantworteten Fragen

Die Beurteilung der Funktionsminderung ergibt sich aus dem Wert des DASH Scores, wobei ein Score von 0 eine einwandfreie Funktionalität ohne Behinderungen und ein Score von 100 eine maximale Behinderung darstellt (51).

2.6.3 PRWE Score (Patient-Rated Wrist Evaluation Score)

Der Patient-Rated Wrist Evaluation Score (PRWE Score) ist ein handgelenkspezifisches Evaluationsverfahren in Form eines Fragebogens und

wurde 1998 von MacDermid et al. entwickelt (56, 72). Es beinhaltet 15 Fragen, welche die Schmerzintensität sowie die Funktion bzw. die Behinderungen, bei Aktivitäten des alltäglichen Lebens im Bereich des Handgelenks, erfassen (56).

Der PRWE Score basiert ähnlich wie der DASH Score auf einem „self-report“-Fragebogen und kann von der Patientin/dem Patienten selbstständig zuhause ausgefüllt werden (83). Im Jahr 2008 wurde der PRWE Score durch M. John et al. (79) in die deutsche Sprache übersetzt und hinsichtlich der kulturellen Individualitäten adaptiert (PRWE-G). Mehrere Studien bestätigten seine zufriedenstellenden psychometrischen Eigenschaften (83) und sahen in ihm ein empfehlenswertes, praktisches, zuverlässiges und valides Instrument zur Patientinnen-/Patientenbewertung von Schmerzen und Behinderungen bei einer distalen Radiusfraktur im deutschsprachigen Raum (66, 79).

Die handgelenksspezifischen Fragen werden in zwei separate Kategorien, einer Schmerzskala und einer Funktionsskala, unterteilt (83). Die aus fünf Fragen bestehende Schmerzskala (PRWE-P) erfragt neben der Schmerzhäufigkeit auch deren Intensität (83). Die Fragen zur Schmerzintensität können analog zur Numerischen Rating-Skala (NRS) aufsteigend mit der Zahl „0“ für „keinerlei Schmerzen“ bis hin zur Zahl „10“ für „schlimmste Schmerzen“ beschrieben werden (79). Bei der Frage zur Häufigkeit der Schmerzen wird ebenfalls ein numerisches aus elf Zahlen bestehendes, aufsteigendes System verwendet, wobei die Zahl „0“ „nie“ bedeutet und die Zahl „10“ „immer“ beschreibt (79).

Die aus den restlichen zehn Fragen bestehende Funktionsskala (PRWE-F) unterteilt sich zudem in zwei Subscores, die Funktion bei „bestimmten“ und „gewöhnlichen“ Tätigkeiten getrennt erfragt (83). Bei beiden Subscores wird auch ein numerisches Antwortsystem genutzt, wobei die Zahl „0“ hier „keinerlei Schwierigkeiten“ beschreibt und die Zahl „10“ angibt, dass die Tätigkeit „nicht möglich“ ist (79). Des Weiteren kann die Studienteilnehmerin/der Studienteilnehmer hier „trifft nicht zu“ ankreuzen, sollte sie/er die Tätigkeit niemals ausgeführt haben (79).

Die Errechnung des PRWE Score erfolgt in drei Schritten. Im ersten Schritt werden die Werte der fünf Schmerzfragen addiert. Nachfolgend werden in Schritt zwei alle zehn Funktionsbewertungen addiert und anschließend durch zwei geteilt. Zum Schluss werden im Schritt drei die Ergebnisse aus Schritt eins und zwei addiert, die Summe ergibt dann den PRWE Score.

$$\begin{aligned} \text{Schmerzpunktzahl} &= \text{Summe der Punkte aus den 5 Schmerzfragen} \\ \text{Funktionspunktzahl} &= \frac{\text{Summe der Punkte aus den 10 Funktionsfragen}}{2} \end{aligned}$$

$$\text{PRWE Score} = \text{Summe der Schmerzpunktzahl} + \text{Funktionspunktzahl}$$

Bei der Bewertung ist die beste Punktzahl der Wert „0“ und der schlechteste der Wert „100“. Höhere Werte bedeutet demnach größere Schmerzen oder funktionelle Behinderungen (weniger Punkte = besseres Ergebnis) (83).

2.7 Statistische Analyse

Die Antworten der Patientinnen/Patienten auf die Fragebögen wurden mit der SPSS Version 23.0 (IBM Corporation, New York, USA) statistisch analysiert und in eine Datenbank eingegeben. Mit dem Chi-Quadrat-Test wurden die Unterschiede der kategorialen Variablen zwischen den Gruppen bewertet. Eine Einweg-Varianzanalyse (englisch: one-way analysis of variance, kurz: one-way ANOVA), wurde für die Analyse der kontinuierlichen Unterschiede bezüglich der Variablen zwischen den Gruppen durchgeführt. Um die aktuellen Berufe der Patientinnen/Patienten zu klassifizieren, wurde die Internationale Standard-Klassifikation der Berufe (ISCO) verwendet. Hierbei wurden „non-manual workers“ (Berufsgruppen, deren Aufgabe eher der Gebrauch ihres Geistes als der Gebrauch ihrer Hände oder ihrer körperlichen Stärke ist (ISCO-Gruppen 1-5)) und „manual workers“ (Berufsgruppen, deren Aufgabe eher der Gebrauch ihrer Hände oder ihrer körperlichen Stärke als der Gebrauch ihres Geistes ist (ISCO-Gruppen 6-9)), getrennt voneinander analysiert. Für alle Analysen wurde ein p-Wert von <0,05 als statistisch signifikant angesehen.

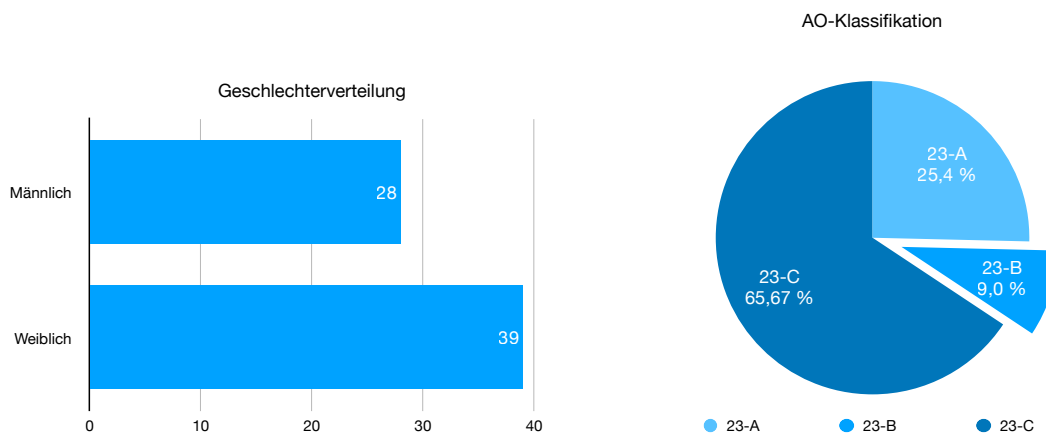
3 Ergebnisse – Resultate

3.1 Studienteilnehmerinnen-/Studienteilnehmerkollektiv

Von den 67 für die Studie rekrutierten Patientinnen/Patienten hatten nach den Kriterien der AO-Klassifikation für Radiusfrakturen 17 eine AO-23-A-Fraktur (25,4%), sechs eine Typ AO-23-B Fraktur (9,0%) und 44 (65,6%) eine AO-23-C Fraktur. Eine weitere Untergliederung der A-, B- und C- Frakturen erschien uns, aufgrund der niedrigen Fallzahl, für nicht weiter aussagekräftig.

39 der Patientinnen/Patienten waren weiblich (58,2%) und 28 männlich (41,8%). Die Auswertung des Alters der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer ergab eines mittleres Patientinnen-/Patientenalter von 45,1 Jahren (SD: 13,2 Jahre), wobei männliche Patienten jünger als weibliche Patientinnen waren ($41,7 \pm 13,5$ Jahre gegenüber $47,6 \pm 12,6$ Jahren; $p = 0,07$). Mit 62,7% war die linke Hand häufiger betroffen als die rechte (37,3%).

Der errechnete mittlere präoperative BMI war zwischen beiden Geschlechtern nicht signifikant unterschiedlich (Frauen: $25,0 \pm 4,4$ gegenüber Männern: $25,3 \pm 6,6$; $p = 0,725$). Darüber hinaus gab es keinen Unterschied zwischen Frauen und Männern hinsichtlich des Frakturmusters gemäß der AO-Klassifikation ($p = 0,094$).



Geschlecht	Anzahl der Patientinnen/ Patienten
Männlich	28
Weiblich	39

AO-Klassifikation	Anzahl der Patientinnen/ Patienten
23-A	17
23-B	6
23-C	44

Abbildung 16: Geschlechterverteilung und AO-Klassifikation

3.2 Operationszeiten und Immobilisierung im Gipsverband

Bei der Analyse der Operationszeiten konnte eine mittlere OP-Dauer von $79,0 \pm 30,1$ Minuten ohne signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen der AO-Klassifikation A, B und C ($68,8 \pm 19,5$ Minuten gegenüber $96,5 \pm 33,3$ Minuten gegenüber $80,6 \pm 32,1$ Minuten; $p = 0,127$) errechnet werden. Der Median der gesamten Gruppe der Radiusfrakturen hinsichtlich der OP-Dauer betrug 72 min mit einem Minimum von 39 min und einem Maximum vom 242 min.

	Gesamt/min	AO-23-A/min	AO-23-B/min	AO-23-C/min
Mittelwert (Standardabweichung)	79,0 ($\pm 30,1$)	68,8 ($\pm 19,5$)	96,5 ($\pm 33,3$)	80,6 ($\pm 32,1$)
Median	72	68	81	74,5
Minimum	39	39	63	41
Maximum	242	126	139	242

Tabelle 10: OP-Zeiten

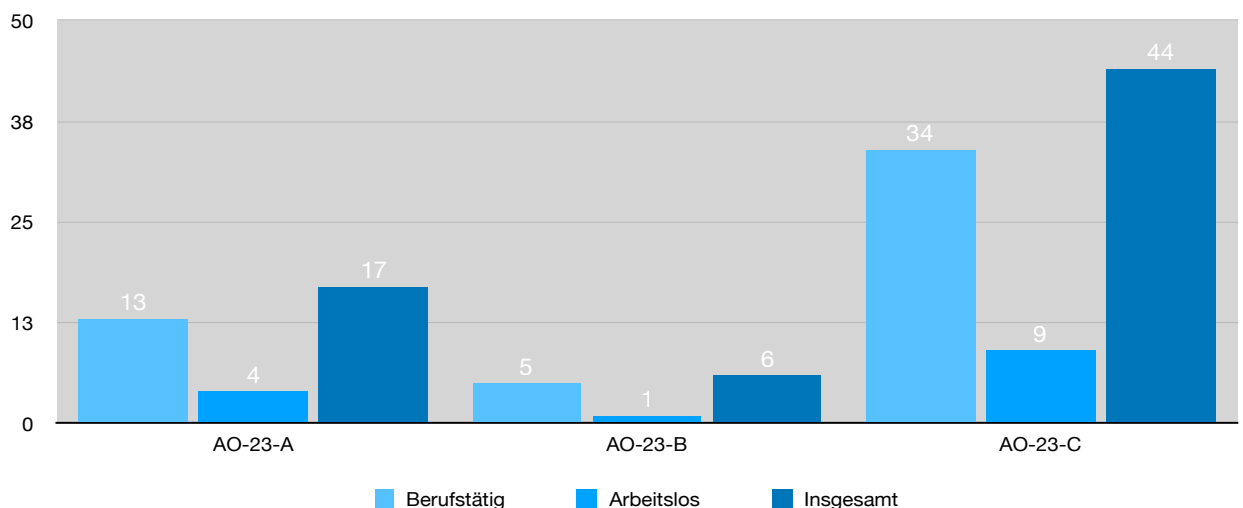
Die mittlere Dauer der postoperativen Immobilisierung des frakturierten Handgelenks im Gipsverband betrug $25,3 \pm 10,5$ Tage ohne signifikanten Unterschied zwischen den drei AO-Klassifikationsgruppen ($25,2 \pm 9,5$ Tage gegenüber $22,3 \pm 12,4$ Tagen gegenüber $25,7 \pm 10,8$ Tagen; $p = 0,756$). Der Median betrug hier 28 Tage mit einem Minimum von 11 Tagen und einem Maximum von 42 Tagen.

	Gesamt/Tage	AO-23-A/Tage	AO-23-B/Tage	AO-23-C/Tage
Mittelwert (Standardabweichung)	25,3 ($\pm 10,5$)	25,2 ($\pm 9,5$)	22,3 ($\pm 12,4$)	25,7 ($\pm 10,8$)
Median	28	28	20	28
Minimum	11	12	12	11
Maximum	42	42	42	42

Tabelle 11: Zeitraum Ruhigstellung Gipsverband

3.3 *Wiederbeginn der Arbeit nach einer distalen Radiusosteosynthese*

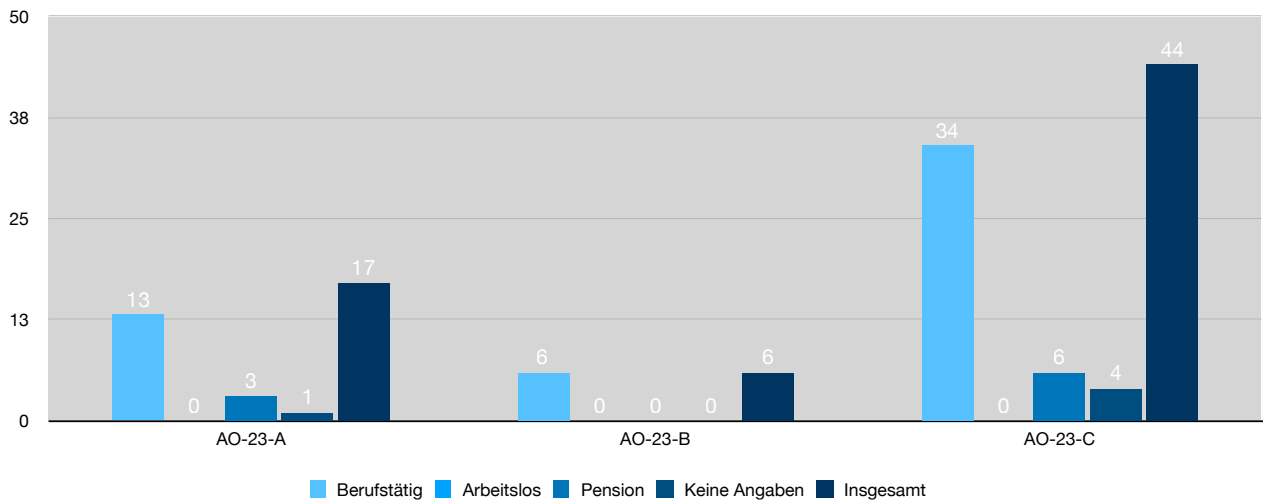
13 Patientinnen/Patienten in der Gruppe A, fünf Patientinnen/Patienten in Gruppe B und 34 in Gruppe C hatten sechs Monate vor der Operation eine bezahlte Arbeit, während eine Patientin diesbezüglich keine Aussage machte ($p = 0,937$). 14 Personen waren bis sechs Monate präoperativ arbeitslos. Es gab keinen signifikanten Unterschied in der höchsten abgeschlossenen Ausbildung zwischen den drei Gruppen ($p = 0,288$). Darüber hinaus gab es keinen signifikanten Unterschied in der aktuellen Beschäftigung der Patientinnen/Patienten nach den ISCO-Gruppen „non-manual workers“ und „manual workers“ (22,2%, 8,9% und 68,9% gegenüber 33,3%, 8,3% und 58,4% in AO-Gruppen jeweils; $p = 0,727$).



	Berufstätig	Arbeitslos	Keine Angaben	Insgesamt
AO-23-A	13	4	0	17
AO-23-B	5	1	0	6
AO-23-C	34	9	1	44

Abbildung 17: Berufstätigkeit der Patientinnen/Patienten bis 6 Monaten präoperativ

Nach der Operation hatten 13 [81,3%], sechs [100%] und 34 [85,0%] Patientinnen/Patienten der A-, B- und C-Gruppen ihre Arbeit wieder aufgenommen, während dahingegen drei (18,7%) in Gruppe A und sechs (15,0%) in Gruppe C nach der operativen Versorgung in Pension gingen ($p = 0,533$).



	Berufstätig	Arbeitslos	Pension	Keine Angaben	Insgesamt
AO-23-A	13	0	3	1	17
AO-23-B	6	0	0	0	6
AO-23-C	34	0	6	4	44

Abbildung 18: Berufstätigkeit der Patientinnen/Patienten postoperativ

Die mittlere Dauer, bis die Berufstätigkeit nach der Operation wieder aufgenommen werden konnte, betrug $10,0 \pm 9,0$ Wochen ohne signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen ($11,9 \pm 13,0$ Wochen gegenüber $7,7 \pm 9,5$ Wochen gegenüber $10,0 \pm 9,0$ Wochen $p = 0,624$).

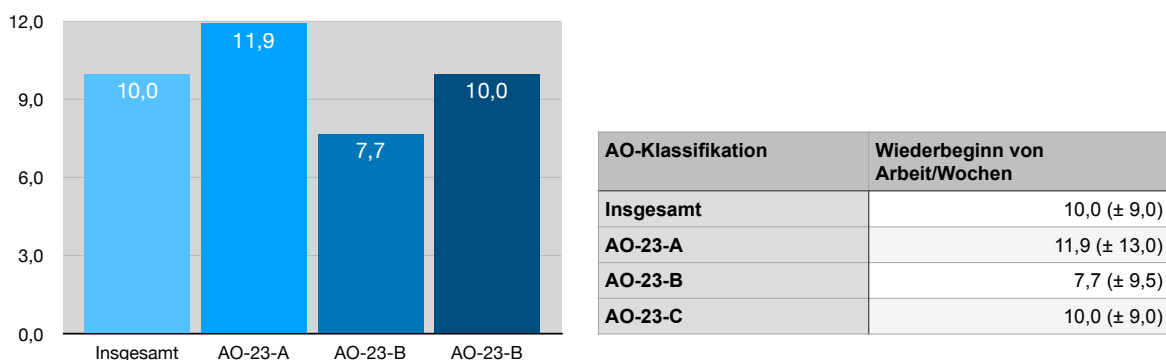


Abbildung 19: Wiederbeginn der Arbeit

3.4 Funktionelles Ergebnis nach distaler Radiusosteosynthese

3.4.1 Auswertung des postoperativen NRS Scores

Bei der Analyse des postoperativen NRS Scores zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen AO-Klassifikationen hinsichtlich der Schmerzintensität nach operativer Versorgung des distalen Radius ($p = 0,810$). 27 (40,3%) Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer gaben an, nach der Operation keine Schmerzen mehr zu haben. Insgesamt befanden sich 55 (82,1%) Patientinnen/Patienten mit ihrer Schmerzstärke zwischen einem NRS von „0“ und „3“. Lediglich 5 (7,5%) Patientinnen/Patienten gaben einen NRS von über 6 an. Niemand klagte über einen NRS von „9“ oder „10“. Dies ergab für unsere Patientinnen/Patienten einen Mittelwert von $1,8 \pm 2$ bei einem Median von 1.

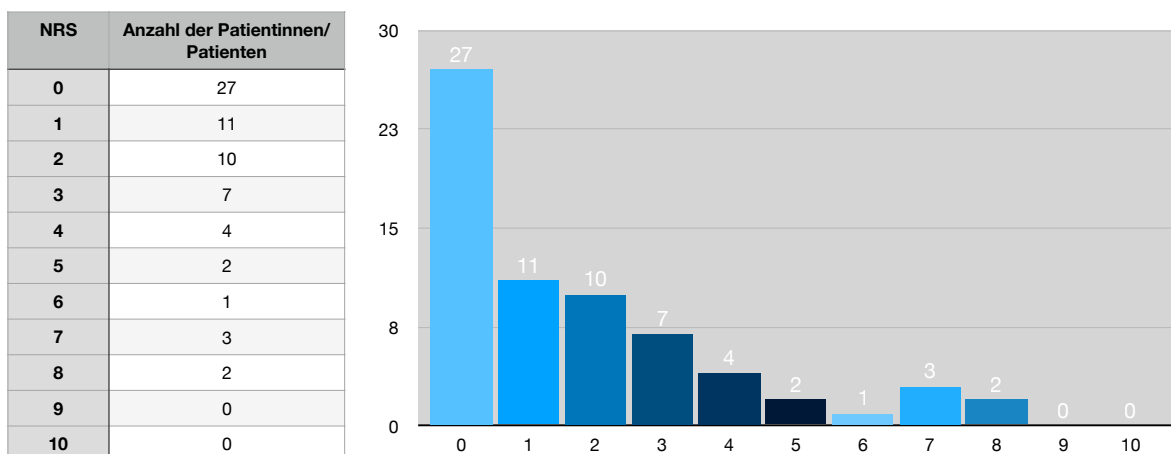


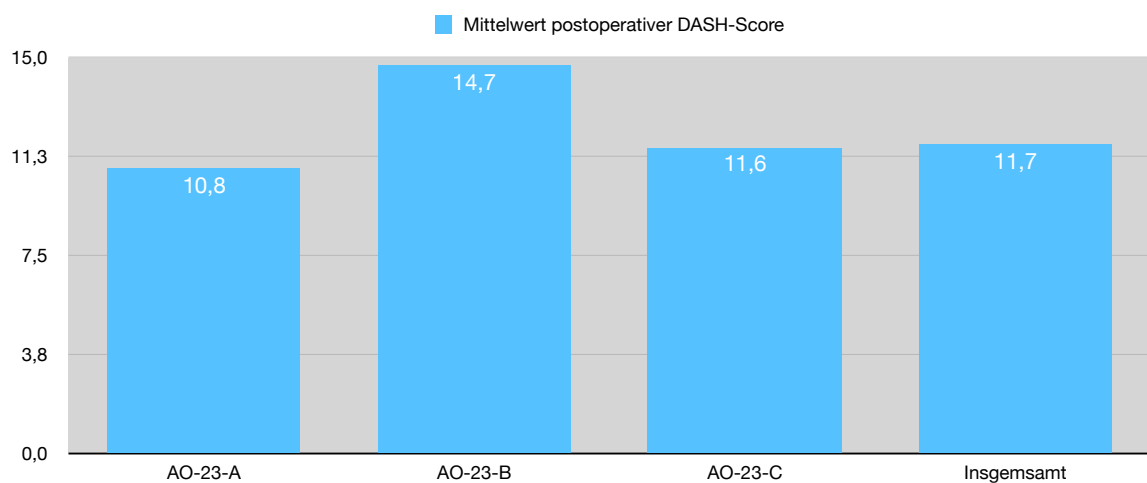
Abbildung 20: Postoperativer NRS der Patientinnen/Patienten

3.4.2 Auswertung des postoperativen DASH Scores

Laut des Institute for Work & Health (14) ist noch nicht klar definiert, welcher DASH Score ein leichtes, mittleres oder schweres Maß an Behinderung abbildet. Jedoch ist davon auszugehen, dass bei einem DASH Score zwischen „0“ und „29“ die Einschränkung der oberen Extremität für die Patientin/den Patienten nicht mehr als Problem wahrgenommen wird (14).

Dahingegen lässt ein DASH Score zwischen „40“ und „69“ darauf schließen, dass die Patientinnen/Patienten große Schwierigkeiten bei der Verwendung ihrer oberen Extremität im Alltag haben (14).

Bei der Auswertung des Fragebogens betrug der mittlere postoperative DASH Score für die Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer $11,7 \pm 14,2$ ohne signifikanten Unterschied zwischen den beobachteten Gruppen (AO-Klassifikation) ($10,8 \pm 14,2$ vs. $14,7 \pm 11,6$ vs. $11,6 \pm 13,3$; $p = 0,850$).

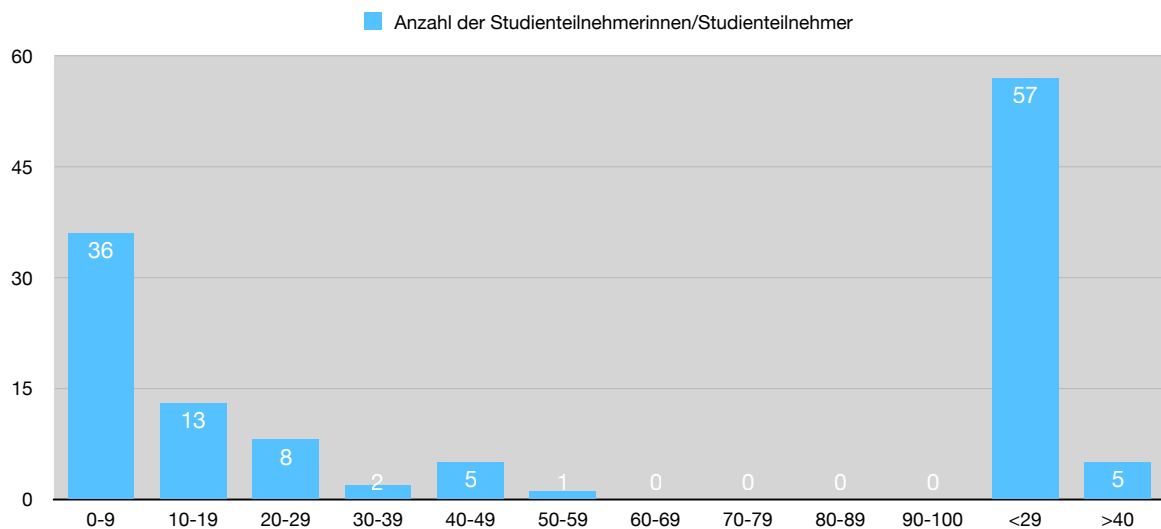


	Mittelwert DASH-Score postoperativ
AO-23-A	10,8 (± 14,2)
AO-23-B	14,7 (± 11,6)
AO-23-C	11,6 (± 13,3)
Insgesamt	11,7 (± 14,2)

Abbildung 21: AO-Klassifikation - Mittelwert DASH-Score (postoperativ)

Demnach ist davon auszugehen, dass die mittlere postoperative Beeinträchtigung unserer Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer in einem Bereich liegt, in dem sie die obere Extremität gut verwenden können und ggf. noch bestehende Beeinträchtigungen als nicht problematisch eingestuft werden.

Wie in der folgenden Abbildung 23 zu entnehmen lagen 57 der 67 Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer und somit 85,1% mit ihrem DASH Score unter 29, so dass man von einem guten funktionellen Behandlungsergebnis ausgehen kann. Unter ihnen befanden sich sogar 36 Patientinnen/Patienten (53,7%) mit einem DASH Score unter 10. Lediglich 5 (7,5%) Personen befanden sich mit einem DASH Score von über 40 in einem Bereich, in dem man von größeren Schwierigkeiten bei der Verwendung ihrer oberen Extremität im Alltag ausgehen muss. Ein DASH Score von über 60 wurde von keinem der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer erreicht. Der minimale Score war der Wert 0 und der maximale Score wurde mit 55 Punkten angegeben.

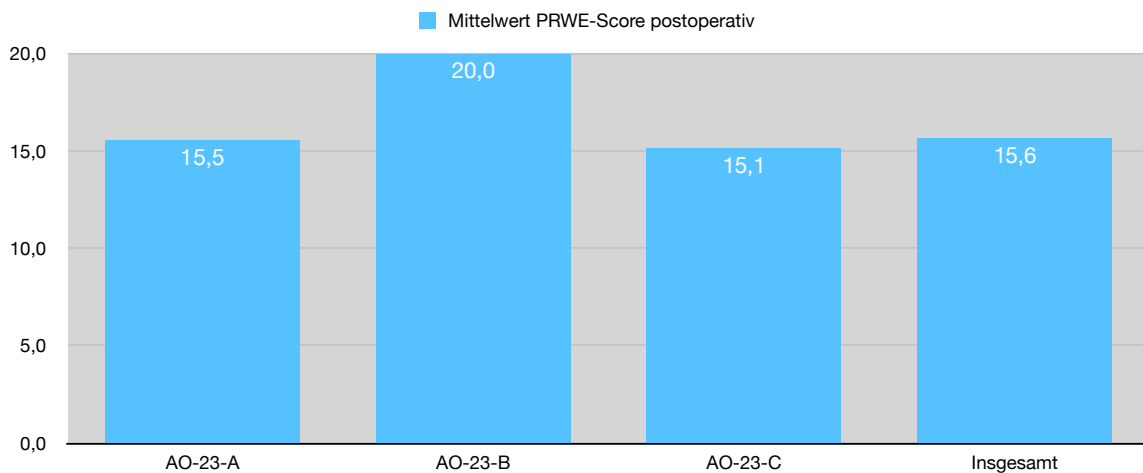


DASH-Score	Anzahl der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer
0-9	36
10-19	13
20-29	8
30-39	2
40-49	5
50-59	1
60-69	0
70-79	0
80-89	0
90-100	0
<29	57
>40	5

Abbildung 22: Verteilung DASH Score (postoperativ)

3.4.3 Auswertung des postoperativen PRWE Scores

Der mittlere postoperative PRWE Score betrug $15,6 \pm 17,2$ ohne signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ($15,5 \pm 14,3$ vs. $20,0 \pm 23,6$ vs. $15,1 \pm 17,6$; $p = 0,812$). Wie im Kapitel 2.6.3 beschrieben gehen höhere Werte beim PRWE Score mit größeren Schmerzen und/oder funktionellen Behinderungen einher (weniger Punkte = besseres Ergebnis) (83). Dabei repräsentieren minimale klinisch bedeutsame Veränderungen einen Unterschied von 14 Punkten (74). Bei einem postoperativen Mittelwert von 15,6 Punkten (PRWE Score) kann man hier davon ausgehen, dass diese Patientinnen/Patienten eine minimale klinische Veränderung bezüglich ihres Handgelenks wahrnehmen.

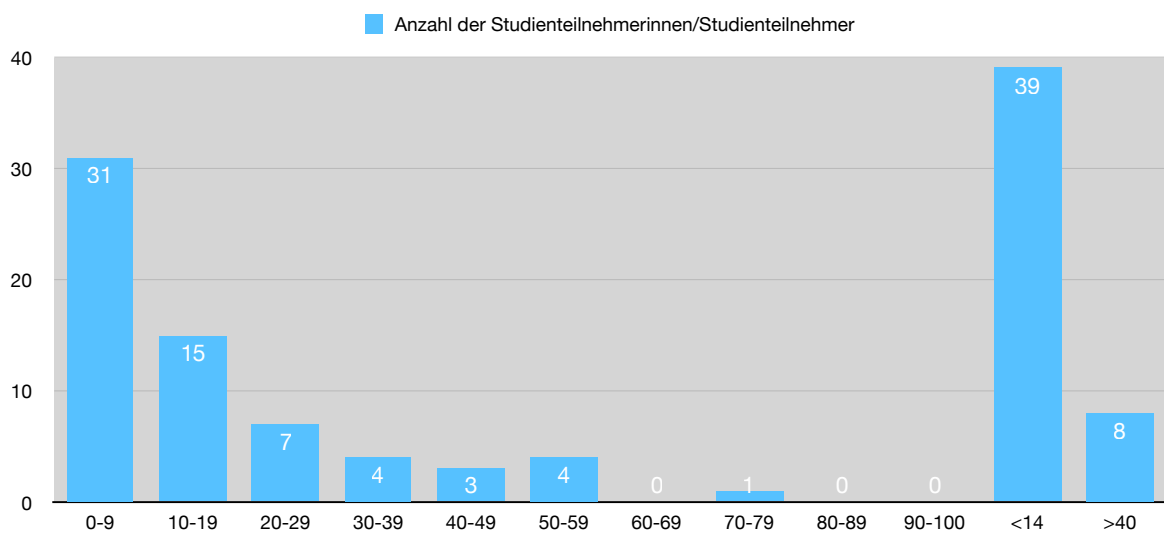


	Mittelwert PRWE-Score postoperativ
AO-23-A	15,5 (± 14,3)
AO-23-B	20,0 (± 23,6)
AO-23-C	15,1 (± 17,6)
Insgesamt	15,6 (± 17,2)

Abbildung 23: AO-Klassifikation - Mittelwert PRWE-Score (postoperativ)

Abbildung 25 repräsentiert die Verteilung der Studienteilnehmerinnen/ Studienteilnehmer hinsichtlich ihres erreichten PRWE Scores. Dabei haben 39 der 67 Patientinnen/Patienten (58,2%) einen PRWE Score unter 14, womit man von

einem sehr guten funktionellen Behandlungsergebnis ausgehen kann und die Patientinnen/Patienten die für eine spürbare minimale klinisch relevante Veränderung notwendigen Punktwert noch nicht erreicht haben. Von ihnen befanden sich 31 Personen (46,3%) sogar unter einem PRWE Score von 10. Lediglich 8 (11,9%) Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer hatten einen PRWE Score von über 40 und somit klinisch deutlich relevante Einschränkungen wie Schmerzen und/oder funktionelle Behinderungen im Alltag. Ein PRWE Score von über 80 wurde von keinem der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer erreicht.



PRWE-Score	Anzahl der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer
0-9	31
10-19	15
20-29	7
30-39	4
40-49	3
50-59	4
60-69	0
70-79	1
80-89	0
90-100	0
<14	39
>40	8

Abbildung 24: Verteilung PRWE-Score (postoperativ)

4 Diskussion

Bei der Wiederaufnahme der beruflichen Tätigkeit nach Osteosynthese einer distalen Radiusfraktur zeigte sich, dass die Studienteilnehmerinnen/ Studienteilnehmer ihre Berufstätigkeit nach der Operation im Durchschnitt nach $10,0 \pm 9,0$ Wochen wiederbeginnen konnten. Hierbei zeigte sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen der AO-Klassifikation ($11,9 \pm 13,0$ Wochen vs. $7,7 \pm 9,5$ Wochen vs. $10,0 \pm 9,0$ Wochen, $p = 0,624$). Beim Vergleich der Ergebnisse mit bestehenden Arbeiten ergab die Literaturrecherche unterschiedliche Resultate. So veröffentlichten MacFarlane et al. (40) 2015 mit einem Median von 5 Wochen (Interquartilbereich 1–8 Wochen) eine deutlich kürzere Dauer bis ihre Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer nach einer distalen Radiusosteosynthese mit ventraler Verriegelungsplatte ihre berufliche Tätigkeit wieder aufnehmen konnten. Nalbantoğlu et al. (65) verglichen 2008 in ihrer Arbeit die Osteosynthese instabiler dislozierter Frakturen mittels dorsaler T-Platte oder palmarer Verriegelungsplatte. Dabei zeigte sich mit einem Mittelwert von $8,3$ Wochen $\pm 1,3$ für das dorsale und $7,8$ Wochen $\pm 1,7$ für das palmare Verfahren kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Verfahren hinsichtlich der Dauer, bis die berufliche Tätigkeit wieder aufgenommen werden konnte (65). Herron et al. (69) publizierten 2003, mit einer durchschnittlichen Rekonvaleszenzzeit von 10 Wochen bis zur Rückkehr in die Arbeit, vergleichbare Daten wie sie in dieser Studie eruiert wurden.

Für die Bewertung des funktionellen Outcomes nach einer operativ versorgten distalen Radiusfraktur bei Patientinnen/Patienten im berufsfähigen Alter wurden mit dem DASH-Score sowie dem PRWE-Score international verwendete, gültige und zuverlässige standardisierte Systeme zur Datenanalyse genutzt (34). Zudem stand mit dem NRS-Score ein weiterer subjektiver Parameter zur Verfügung. Der Mittelwert des DASH-Scores für die 67 Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer lag bei $11,7 \pm 14,2$. Beachtet man, dass laut des Institute for Work & Health (14) bei einem DASH-Score zwischen „0“ und „29“ die Einschränkung der oberen Extremität für die Patientin/den Patienten nicht mehr als Problem wahrgenommen wird (14), so kann man hier von einem zufriedenstellenden Ergebnis ausgehen.

Vergleicht man die Ergebnisse der Studie mit bestehender Literatur, so stimmen diese überein (13, 47, 67, 77).

Mit $15,6 \pm 17,2$ verhielt sich der mittlere postoperative PRWE-Score analog zum ermittelten DASH-Score. Wie Sorensen et al. (74) in ihrer Studie zeigten, repräsentiert eine minimale klinisch bedeutsame Veränderung beim PRWE-Score einen Unterschied von 14 Punkten. Berücksichtigt man dies bei der Beurteilung, so kann man hier davon ausgehen, dass die Studienteilnehmerinnen/ Studienteilnehmer im Durchschnitt postoperativ noch eine minimale klinische Veränderung bezüglich ihres Handgelenks wahrnehmen. Hierfür findet man übereinstimmende Ergebnisse in der Literatur. Brennan et al. (47) publizierten bezüglich des funktionellen Outcomes bei Zustand nach Plattenosteosynthese am distalen Radius einen PRWE-Score von 17,6.

Bei der Analyse des postoperativen NRS-Scores zeigte sich bei einem durchschnittlichen NRS Wert von $1,8 \pm 2$ kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen AO-Klassifikationen hinsichtlich der Schmerzintensität nach der operativen Versorgung des distalen Radius ($p = 0,810$). Dabei gaben mit 27 Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer 40,3% an, nach der Operation keine Schmerzen mehr zu haben (NRS 0/10). Zudem befanden sich insgesamt 82,1% der Patientinnen/Patienten mit ihrer Schmerzstärke zwischen einem NRS von „0“ und „3“. Setzt man diese Ergebnisse mit bestehender Literatur in Bezug, so lassen sich diese parallelisieren. Quadlbacher et al. (76) veröffentlichten 2020 in ihrer Studie über das funktionelle und radiologische Ergebnis von distalen Radiusfrakturen, die mit einer volaren Verriegelungsplatte versorgt worden waren, einen Mittelwert von $0,48 \pm 1,26$ nach einem follow up von mindestens einem Jahr. Duramaz et al. (58) publizierten 2018 mit einem Mittelwert von $1,02 \pm 1,15$ ähnliche Werte bei einem follow up von zwei Jahren. Vergleicht man dies mit den Ergebnissen der aktuellen Studie, so sei hier anzumerken, dass sich das follow up der Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer sehr diffus über fünf Jahre und sieben Monaten erstreckte und dies bei der Auswertung nicht berücksichtigt wurde.

Bezüglich der postoperativen Nachbehandlung der operativ versorgten Extremität wird von Gehrman et al. (68) eine Ruhigstellung im Gips bis mindestens zur abgeschlossenen Wundheilung und der damit verbundenen Entfernung des Nahtmaterials empfohlen. Bei einem Minimum von 11 Tagen Immobilisationszeit im Gips decken sich die Ergebnisse der Studie mit dieser Empfehlung. Im LKH Graz erfolgt die initiale postoperative Ruhigstellung im gespaltenen zirkulären Unterarmgips. Die anschließende Nachbehandlung hinsichtlich der Dauer der weiteren Immobilisation der Fraktur im Gips und ob eine frühe physiotherapeutisch assistierte Mobilisation sinnvoll ist, richtet sich individuell je nach Frakturtyp, intraoperativer Stabilität und Compliance der Patientin/des Patienten, was sich ebenfalls mit den Empfehlungen bestehender Literatur vereinbaren lässt (68). Im Durchschnitt betrug die Ruhigstellung im gespaltenen zirkulären Unterarmgips in der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie Graz $25,3 \pm 10,5$ Tage bei einem Median von 28 Tagen und einer maximalen Tragezeit von 42 Tagen. Quadlbauer et al. (37) befassten sich 2020 in ihrer Studie über die Rehabilitation nach winkelstabiler Plattenosteosynthese von palmar nach einer distalen Radiusfraktur mit biomechanischen Prinzipien hinsichtlich der postoperativen Ruhigstellung im Gips. Dabei beschrieben Quadlbauer et al. (37), dass obwohl biomechanische Studien die ausreichende Stabilität des Osteosyntheseverfahrens für eine frühzeitige Mobilisation bestätigen, es bezüglich der postoperativen Dauer der Immobilisation im Gips dennoch keinen einstimmigen Konsens in der Literatur gab. Ihr Fazit war, dass eine Ruhigstellung nicht zwingend erforderlich zu sein scheint. Ihre Untersuchungen ergaben, dass nach drei Monaten postoperativ kein funktioneller Unterschied ausgemacht werden konnte (37). Ihrer Meinung nach sollte die Dauer der Immobilisation an die Bedürfnisse der Patientin/des Patienten angepasst werden (37). Diese Empfehlung lässt sich mit dem Vorgehen und den von uns erfassten Daten in Einklang bringen.

Bei der Aufteilung der distalen Radiusfrakturen auf die rechte und linke Extremität, lassen sich die Ergebnisse der Studie (37,3% für die rechten und 62,8% für den linken Radius) mit der bestehenden Literatur parallelisieren. Köck et al. publizierten mit 39% für die rechte Hand und 61% für den linksseitigen distalen Radius nahezu identische Werte (62).

Die mittlere Operationszeit betrug in der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie des Landeskrankenhaus-Universitätsklinikum Graz $79,0 \pm 30,1$ Minuten mit einem Median von 72 min. Die Dauer der Operationen erstreckte sich dabei von minimal 39 Minuten bis maximal 242 Minuten. Hierbei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen der AO-Klassifikation A, B und C. Vergleicht man diese Daten mit bestehenden Arbeiten, so zeigten sich in der Literaturrecherche unterschiedliche Resultate.

Maier (3) und Göhre (2) veröffentlichten in ihren Arbeiten mit 62 min und 52 min niedrigere durchschnittliche Operationszeiten. Anzumerken sei an dieser Stelle, dass beide Arbeiten deutlich mehr Typ-A-Frakturen aufwiesen als unsere Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer. Göhre (2) untersuchte in seiner Arbeit 82,5% Typ-A-Frakturen und lediglich 17,5% Typ-C-Frakturen. Bei Maier (3) waren es 47,0% Typ-A-Frakturen, 17,0% Typ-B-Frakturen und 36,0% Typ-C-Frakturen.

Zoubie (27) hingegen untersuchte nur die operative Versorgung von komplexen distalen Radiusfrakturen mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese. Bei 5% Typ-A-Fraktur und 95% Typ-B-Frakturen betrug die OP-Dauer bei Zoubie (27) im Mittel 85 min und war damit höher als unser Mittelwert.

5 Schlussfolgerung

Das durchschnittliche funktionelle Outcome der operativ versorgten distalen Radiusfrakturen unserer Kohorte ist unter Berücksichtigung der vergleichbaren Literatur zufriedenstellend. Hinsichtlich der Wiederaufnahme der beruflichen Tätigkeit nach einer distalen Radiusosteosynthese zeigte sich, dass die Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer im Durchschnitt $10,0 \pm 9,0$ Wochen gebraucht hatten, um wieder in ihrem Beruf tätig zu werden. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen der AO-Klassifikation bezüglich der Dauer bis zum Wiederbeginn der Arbeit, der Schwere der Fraktur und der Art der beruflichen Tätigkeit eruiert werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus LernAtlas der Anatomie - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 3 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2011, S. 276-285.
2. Göhre F. Zur Behandlung der distalen Radiusfrakturen vom Typ AO 23 A2, A3 und C1 beim älteren Patienten 2008.
3. Maier K-J. Behandlungsergebnisse nach palmarer, optional variabel winkelstabiler Plattenosteosynthese distaler Radiusfrakturen mit einer 2, 7mm Platte: Imu; 2012.
4. Aumüller G, Aust G, Doll A, Engele J, Kirsch J, Mense S, et al. Duale Reihe Anatomie. Stuttgart: Thieme Verlag; 2007, S. 466-473.
5. Anatomie DR-. Radius und Ulna eines rechten Unterarms in der Ansicht von ventral-kranial S. 428. 2010.
6. Anatomie DR-. Bewegungsmöglichkeiten im proximalen und distalen Handgelenk S. 436. 2014.
7. Lüllmann-Rauch R. Taschenlehrbuch Histologie. 6 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019, S. 182-211.
8. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P. Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie. 7 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2014, S. 145-150, 302-325, 502-503.
9. Elsen A, Eppinger M, Müller M. Orthopädie und Unfallchirurgie Für Studium und Praxis. 3 ed. Breisach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste; 2018/2019, S. 154-161, S. 194-196.
10. Grifka J, Kuster M. Orthopädie und Unfallchirurgie. Berlin: Springer Verlag; 2011, S. 77, 238-240, 362-365, 670-675.
11. Unfallchirurgie DR-Ou. Frakturformen - Verlauf der Frakturlinien S. 303. 2014.
12. Unfallchirurgie DR-Ou. Frakturformen – Entstehungsmechanismus S. 303. 2014.
13. Hoffmann A. Retrospektive Analyse unterschiedlicher operativer Behandlungsmethoden der distalen Radiusfrakturen beim Erwachsenen unter Verwendung subjektiver Fragebögen: Christian-Albrechts Universität Kiel; 2011.
14. Health IfW. The QuickDASH Outcome Measure: DASH e- Bulletin Summer 2013 2013 [Available from: https://dash.iwh.on.ca/sites/dash/files/dash_e-bulletin_2013_summer.pdf].
15. Hess DE, Carstensen SE, Moore S, Dacus AR. Smoking Increases Postoperative Complications After Distal Radius Fracture Fixation: A Review of 417 Patients From a Level 1 Trauma Center. HAND.0(0).
16. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. DASH-Fragebogen 2006 [Available from: https://www.physio-mg.de/wp-content/uploads/DASH_German.pdf].
17. Unfallchirurgie P. Unfallaufnahmen einer distalen Radiusfraktur einer 68-Jährigen. Kontrollaufnahmen 1 Jahr nach Versorgung mit einem Targon R-DR-Nagel der Fa. Aesculap. (Aus: Gradl et al. 2008) S. 366. 2011.
18. Krämer J, Grifka J. Orthopädie Unfallchirurgie. 8 ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2007, S. 234-235.
19. Nowak L. Minimalinvasive Osteosynthese der distalen extraartikulären Radiusfraktur: XSCREW und DorsalNailPlate im biomechanischen Vergleich 2013.
20. Bläsius K, Hoeckle C, Karkour I, Guinard M. Nachbehandlungsfibel Orthopädie und Unfallchirurgie. 2 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2008, S. 45.

21. Herold G. Innere Medizin. Köln: Gerd Herold; 2017, S. 771.
22. von Torklus D, Hermann B. Atlas operativer Zugangswege Orthopädie & Unfallchirurgie. 6 ed. München: Urban & Fischer; 2013, S. 74-75.
23. essentials Intensivkurs zur Weiterbildung OuU. Prinzip der winkelstabilen Schraubensysteme S. 121. 2019.
24. essentials Intensivkurs zur Weiterbildung OuU. Palmare und dorsale Plattenosteosynthese bei distaler Radiusfraktur S. 475. 2019.
25. essentials Intensivkurs zur Weiterbildung OuU. Schraubenosteosynthese einer Chauffeur-Fraktur S. 475. 2019.
26. essentials Intensivkurs zur Weiterbildung OuU. Fixatur externe S. 474. 2019.
27. Zoubie S. Zur operativen Versorgung komplexer distaler Radiusfrakturen mit einer winkelstabilen dorsalen Plattenosteosynthese 2014.
28. Unfallchirurgie KO. AO-Klassifikation 23- Radius/Ulna distal S. 923. 2009.
29. essentials Intensivkurs zur Weiterbildung OuU. Kirschner-Draht-Osteosynthese S. 474. 2019.
30. Krämer J, Grifka J. Orthopädie Unfallchirurgie. . 8 ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag;; 2007, S. 242-243
31. Mayer C, Siems W. 100 Krankheitsbilder in der Physiotherapie. 1 ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag 2011, S. 162.
32. Unfallchirurgie O. Aushängemanöver in Längsextension (Colles) S. 235. 2007.
33. Unfallchirurgie P. Reposition durch Druckauf das distale Hauptfragment mit beiden Daumen von dorsal, dargestellt für die Reposition im Aushang. (Aus: Brand u. Nonnenmacher 1994) S. 359. 2011.
34. Kleinlugtenbelt Y, Krol R, Bhandari M, Goslings J, Poolman R, Scholtes V. Are the patient-rated wrist evaluation (PRWE) and the disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) questionnaire used in distal radial fractures truly valid and reliable? Bone & Joint Research. 2018;7(1):36-45.
35. Rikli D, Baierlein S. Distaler Radius und distale Ulna. In: Baierlein S, editor. Frakturklassifikationen. 1 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2011. p. S.44-51.
36. Rundgren J, Bojan A, Navarro CM, Enocson A. Epidemiology, classification, treatment and mortality of distal radius fractures in adults: an observational study of 23,394 fractures from the national Swedish fracture register. BMC Musculoskeletal Disorders volume. 2020;21(88):S. 1-9.
37. Quadlbauer S, Pezzeri C, Jurkowsitsch J, Rosenauer R, Kolmayr B, Keuchel T, et al. Rehabilitation after distal radius fractures: is there a need for immobilization and physiotherapy? Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2020:S. 1-13.
38. Baierlein S. AO-Einteilung. In: Baierlein S, editor. Frakturklassifikationen. 1 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2011. p. S. 6-7.
39. Schmidt S, Heinz T, David A. Häufigkeit, Entstehung und Klassifikation der distalen Radiusfraktur. OP-JOURNAL. 2003;19(01):S. 10-5.
40. MacFarlane RJ, Miller D, Wilson L, Meyer C, Kerin C, Ford DJ, et al. Functional outcome and complications at 2.5 years following volar locking plate fixation of distal radius fractures. Journal of hand and microsurgery. 2015;7(1):S. 18-24.
41. Hilfiker R. Assessments: Visuelle Analog- und numerische Ratingskala – Die Schmerzintensität messen. ergopraxis. 2010;3(06):S. 26-7.

42. El-Zayat BF. Frakturheilungs. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie essentials. 3 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2019. p. S. 31-2.
43. Kill C, Wulf H. Schmerztherapie. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie essentials. 3 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2019. p. S. 72-6.
44. Unglaub F, Langer MF, Hohendorff B, Müller LP, Unglaub JM, Hahn P, et al. Distale Radiusfraktur. Der Orthopäde. 2017;46(1):S. 93-110.
45. Schettler N. Klinische Untersuchung des Handgelenks. In: Hofmann GO, editor. Traumatologisch-orthopädische Untersuchung. 1 ed. München: Urban & Fischer; 2016. p. S. 101- 9.
46. Siekmann H, Jansch L. Obere Extremität - Radius und Ulna. In: Siekmann H, Irlenbusch L, editors. Operationsberichte Unfallchirurgie. 1 ed. Berlin: Springer-Verlag GmbH; 2012. p. S. 102-9.
47. Brennan S, Kiernan C, Beecher S. Vergleich von Kirschnerdraht-Osteosynthese und winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese. Handchirurgie Scan. 2016;5(02):S. 116-.
48. Ruchholtz S. Osteosynthese. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie essentials. 3 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2019. p. S. 117.
49. Laier P. Hand und Handgelenk. In: Flechtenmacher J, Sabo D, editors. Praktische Röntgendiagnostik Orthopädie und Unfallchirurgie Indikation, Einstelltechnik, Strahlenschutz. 1 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2014. p. S. 125-33.
50. Maier H, Marzi I. Frakturen und Folgeschäden. In: Wirth CJ, Mutschler W, editors. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. Stuttgart: Thieme Verlag; 2009. p. S. 148-68.
51. Germann G, Wind G, Harth A. Der DASH-Fragebogen-ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität. Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie. 1999;31(03):S. 149-52.
52. Kuner EH, Mellios K, Berwarth H. Behandlung der komplizierten distalen Radiusfraktur mit dem Fixateur externe Verläufe – Komplikationen – Ergebnisse. Der Unfallchirurg. 2002;105(3):S. 199-207.
53. Streicher J, Pretterklieber ML. Bewegungsapparat. In: Anderhuber F, Pera F, Streicher J, editors. Waldeyer – Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas in einem Band. 19 ed. Berlin: Walter de Gruyter; 2012. p. S. 201-2.
54. Streicher J, Pretterklieber ML. Bewegungsapparat. In: Anderhuber F, Pera F, Streicher J, editors. Waldeyer – Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas in einem Band. 19 ed. Berlin: Walter de Gruyter; 2012. p. S. 217-20.
55. Smith-Forbes E, Howell D, Willoughby J. Minimale klinisch relevante Differenz des Quick DASH. Handchirurgie Scan. 2016;5(03):S. 218-9.
56. Diday-Nolle AP. Outcome-Beurteilung. In: Waldner-Nilsson B, Diday-Nolle AP, Breier S, editors. Handrehabilitation. 2 ed. Berlin: Springer; 2009. p. S. 224-5.
57. Gradl G, Wendt M, Gierer P, Beck M, Mittlmeier T. Intramedulläre Versorgung der distalen Radiusfraktur. Trauma und Berufskrankheit. 2008;10(2):S. 241-4.
58. Duramaz A, Bilgili MG, Karaali E, Bayram B, Ziroğlu N, Kural C. Volar locking plate versus K-wire-supported external fixation in the treatment of AO/ASIF type C distal radius fractures: A comparison of functional and radiological outcomes. Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2018;24(3):S. 255-62.

59. Lögters T, Windolf J. Komplikationen nach distaler Radiusfraktur. *OP-JOURNAL*. 2012;28(03):S. 262-7.
60. Arbab D. Unterarm - Palmarer Zugang zum distalen Radius. In: Lüring C, Tingart M, editors. *Operative Zugangswege in Orthopädie und Unfallchirurgie*. 1 ed. Berlin: Springer-Verlag; 2015. p. S. 264-9.
61. Dubert T, Voche P, Dumontier C, Dinh A. The DASH questionnaire. French translation of a trans-cultural adaptation. *Chirurgie de la main*. 2001;20(4):S. 294-302.
62. Köck H, Bandl W-D, Chan T. Erfahrungen und Ergebnisse mit der winkelstabilen Platte bei 603 Radiusfrakturen. *Handchirurgie· Mikrochirurgie· Plastische Chirurgie*. 2005;37(05):S. 303-8.
63. Jiao H, Xiao E, Graves DT. Diabetes and Its Effect on Bone and Fracture Healing. *Current Osteoporosis Reports*. 2015;13(5):S. 327-35.
64. Weigel B, Baumgartner. Arm, Distale Radiusfraktur. In: Weigel B, Nerlich ML, editors. *Praxisbuch Unfallchirurgie*. 2 ed. Berlin: Springer Verlag; 2011. p. S. 356-71.
65. Nalbantoğlu U, Gereli A, Ucar Y, Türkmen M. Comparison between fixation with dorsal T plate and palmar locking plate in the treatment of unstable displaced distal radius fractures. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*. 2008;42(5):S. 365-72.
66. Hemelaers L, Angst F, Drerup S, Simmen BR, Wood-Dauphinee S. Reliability and validity of the German version of "the Patient-rated Wrist Evaluation (PRWE)" as an outcome measure of wrist pain and disability in patients with acute distal radius fractures. *Journal of Hand Therapy*. 2008;21(4):S. 366-76.
67. Krimmer H, Pessenlehner C, Haßelbacher K, Meier M, Roth F, Meier R. Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur. *Der Unfallchirurg*. 2004;107(6):S. 460-7.
68. Gehrman S, Windolf J. Distale Radiusfraktur. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. *Orthopädie und Unfallchirurgie essentials*. 3 ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2019. p. S. 472-6.
69. Herron M, Faraj A, Craigen M. Dorsal plating for displaced intra-articular fractures of the distal radius. *Injury*. 2003;34(7):S. 497-502.
70. Lerch S, Sextro H-G, Wilken F, Wittenberg C. Klinisch-radiologische Ergebnisse nach distaler Radiusfraktur: neues intramedulläres Osteosynthesystem versus volare winkelstabile Plattenosteosynthese. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2009;147(05):S. 547-52.
71. Westphal T, Piatek S, Winckler S. Reliabilität und Veränderungssensitivität der deutschen Version des Fragebogens Arm, Schulter und Hand (DASH). *Der Unfallchirurg*. 2007;110(6):S. 548-52.
72. MacDermid JC, Turgeon T, Richards RS, Beadle M, Roth JH. Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool. *Journal of orthopaedic trauma*. 1998;12(8):S. 577-86.
73. Winker KH, Uzdil T. Distale Radiusfraktur. In: Winker KH, editor. *Facharzt Orthopädie Unfallchirurgie*. 1 ed. München: Urban & Fischer; 2011. p. S. 596-606.
74. Sorensen AA, Howard D, Tan WH, Ketchersid J, Calfee RP. Minimal clinically important differences of 3 patient-rated outcomes instruments. *The Journal of hand surgery*. 2013;38(4):S. 641-9.
75. Schneidmueller D, Kertai M, Bühren V, von Rüden C. Kirschner-Draht-Osteosynthese bei Frakturen im Kindesalter: Drähte versenken oder nicht? *Der Unfallchirurg*. 2018;121(10):S. 817-24.

76. Quadlbauer S, Pezzeri C, Jurkowitsch J, Rosenauer R, Pichler A, Schättin S, et al. Functional and radiological outcome of distal radius fractures stabilized by volar-locking plate with a minimum follow-up of 1 year. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2020:S. 843–52
77. Felderhoff J, Wiemer P, Dronsella J, Weber U. Operative Versorgung der distalen, instabilen Radiusfraktur mit der dorsalen. *Der Orthopäde*. 1999;28(10):S. 853-63.
78. Weise K. Knöcherner Verletzungen am Handgelenk. In: Wirth CJ, Mutschler W, editors. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*. Stuttgart: Thieme Verlag; 2009. p. S. 884-91.
79. John M, Angst F, Awiszus F, Pap G, Macdermid J, Simmen B. The patient-rated wrist evaluation (PRWE): cross-cultural adaptation into German and evaluation of its psychometric properties. *Clinical & Experimental Rheumatology*. 2008;26(6):S. 1047.
80. Ochman S, Frerichmann U, Armsen N, Raschke MJ, Meffert RH. Ist die Behandlung der instabilen distalen Radiusfraktur beim älteren Menschen mittels Fixateur externe nicht mehr indiziert? *Der Unfallchirurg*. 2006;109(12):S. 1050-7.
81. Inglin F, Spycher J. Die distale Radiusfraktur. *Praxis Schweizerische Rundschau für Medizin / Revue suisse de la médecine*. 2017;106(23):S. 1285–9.
82. Patterson RW, Li Z, Smith BP, Smith TL, Koman LA. Complex Regional Pain Syndrome of the Upper Extremity. *Journal of Hand Surgery*. 2011;36(9):S. 1553-62.
83. Tuna Z, Mete O, Tore G, Baglan Yentur S, Varan Ö, Göker B, et al. Validity of the Patient-Rated Wrist Evaluation questionnaire in rheumatoid arthritis. *International journal of rheumatic diseases*. 2019;22(9):S. 1714-8.

Anhang – Fragebogen



Medizinische Universität Graz

Fragebogen-Nachbefragung nach Ihrer Handgelenksoperation an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am LKH Graz

Wir würden uns freuen, wenn Sie sich 5 Minuten Zeit nehmen um diesen Fragebogen zu beantworten. Bitte entnehmen Sie aus dem Begleitschreiben weitere Informationen zum Zweck dieser Befragung. Für die Fragen „Vor Ihrer Operation am Handgelenk“ versetzen Sie sich bitte so gut es geht in Ihren damaligen Zustand.

Welche Seite wurde bei Ihnen operiert?

- Rechts
- Links

Waren bei Ihnen auf Grund von Problemen weitere Eingriffe am Handgelenk notwendig?

- Nein
- Ja

Wurde bei Ihnen am Handgelenk eine Metallentfernung durchgeführt?

- Nein
- Ja

Fragen zu Ihrer beruflichen Tätigkeit vor und nach Ihrer Handgelenksoperation

Vor Ihrer Handgelenksoperation

1. Hatten Sie im Zeitrahmen bis 6 Monate **vor** Ihrer Handgelenksoperation eine bezahlte Arbeit?
 - Ja
 - Nein

2. Wie viele Arbeitsstunden haben Sie im Schnitt wöchentlich **vor** Ihrer Handgelenksoperation gearbeitet?

_____h/Woche

3. In welchem Arbeitsverhältnis befanden Sie sich **vor** Ihrer Operation?
 - angestellt
 - selbstständig

4. Bitte kreuzen Sie Ihre höchste abgeschlossene Ausbildung an.
 - Keine
 - Pflichtschule
 - Weiterführende Schule ohne Matura
 - Lehre
 - Matura
 - Hochschule



5. Welchen Beruf übten Sie **vor** Ihrer Handgelenksoperation aus?

Nach Ihrer Handgelenksoperation

6. Konnten Sie **nach** Ihrer Handgelenksoperation wieder eine bezahlte Arbeit beginnen?
- Ja
 - Nein
 - Pension
- a. Falls Sie Frage 6 mit „NEIN“ beantwortet haben, war Ihr operiertes Handgelenk schuld daran?
- Ja
 - Nein
- b. Falls Sie Frage 6 mit „NEIN“ beantwortet haben, bitte kreuzen Sie entsprechendes an.
- Keine Arbeit gefunden
 - Langzeitkrankenstand

7. Wie viele Wochen hat es gedauert, bis Sie wieder mit Ihrer Arbeit begonnen haben?

_____Wochen

8. Wie viele Arbeitsstunden können/konnten Sie im Schnitt wöchentlich **nach** Ihrer Handgelenksoperation arbeiten?

_____h/Woche

9. Konnten Sie **nach** Ihrer Handgelenksoperation wieder in den selben Beruf zurückkehren?
- Selber Beruf
 - Anderer Beruf in selber Firma
 - Anderer Beruf in anderer Firma

10. Sind Sie mit der Zeitspanne nach Ihrer Handgelenksoperation bis zur Rückkehr in Ihren Beruf zufrieden?

- Sehr zufrieden
- Zufrieden
- Unsicher
- Unzufrieden
- Sehr unzufrieden



11. Wie schätzen Sie die Zeitspanne **nach** Ihrer Handgelenksoperation bis zur Rückkehr in Ihren Beruf im Nachhinein ein?

Ich hätte geglaubt, es dauert länger bis ich wieder arbeiten kann.

Wie lange? _____ Wochen

Es ist genau so, wie ich es mir erwartet habe.

Ich hätte geglaubt, es geht schneller.

Wie viel schneller? _____ Wochen

12. Wie stark sind Ihre Schmerzen an Ihrem Handgelenk nach der Operation aktuell? (0 = keine Schmerzen, 10 = höchste vorstellbare Schmerzen) (bitte markieren Sie entsprechende Zahl)

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10



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

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf austauschen	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z. B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.) 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 zukommen (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 kreuzen 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 kreuzen 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 Symptome während der letzten Woche ein. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zelle die entsprechende Zahl an)

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

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

Keine 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 kreuzen Sie die entsprechende Zahl an)

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



1. SCHMERZEN

Bitte geben Sie die durchschnittliche Stärke der Schmerzen in Ihrem Handgelenk in der letzten Woche an, indem Sie die Zahl auf der Skala von 0 bis 10 ausfüllen, die Ihre Schmerzen am besten beschreibt. Null (0) bedeutet, dass Sie keinerlei Schmerzen hatten und Zehn (10) bedeutet, dass Sie die schlimmsten Schmerzen hatten, die Sie je erlebt haben oder, dass Sie die Tätigkeit aufgrund der Schmerzen nicht ausführen konnten.

Bitte geben Sie die Stärke Ihrer Schmerzen an:

	keinerlei Schmerzen	schlimmste Schmerzen
1. In Ruhe	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
2. Bei Tätigkeiten mit wiederholter Bewegung des Handgelenks	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
3. Beim Heben eines schweren Gegenstandes	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
4. Wenn sie am stärksten sind	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
5. Wie häufig haben Sie Schmerzen?	Nie 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Immer

2. FUNKTION

Funktionsfähigkeit - Bestimmte Tätigkeiten

Bitte geben Sie an, wie viele Schwierigkeiten Sie in der letzten Woche bei jeder der unten aufgeführten Tätigkeiten hatten. Bitte kreuzen Sie die Zahl von 0 bis 10 an, die das Ausmass Ihrer Schwierigkeiten am besten beschreibt.

Null (0) bedeutet, dass Sie keinerlei Schwierigkeiten hatten und Zehn (10) bedeutet, dass die Schwierigkeiten so groß waren, dass Sie die Tätigkeit nicht ausführen konnten.

Wenn Sie eine Tätigkeit niemals ausgeführt haben, kreuzen Sie bitte den Punkt „trifft nicht zu“ an.

keinerlei Schwierigkeiten	nicht möglich	trifft nicht zu
6. Mit der betroffenen Hand einen Türknauf drehen 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<input type="checkbox"/>
7. Mit der betroffenen Hand Fleisch mit dem Messer schneiden 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<input type="checkbox"/>
8. Ein Hemd oder eine Bluse zuknöpfen 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<input type="checkbox"/>



keinerlei Schwierigkeiten											nicht möglich	trifft nicht zu
9. Die betroffene Hand nutzen, um von einem Stuhl aufzustehen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>
10. Mit der betroffenen Hand einen 5 kg schweren Gegenstand tragen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>
11. Mit der betroffenen Hand das Toilettenpapier benutzen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>

Funktionsfähigkeit - Gewöhnliche Tätigkeiten

Bitte geben Sie an, wie viele Schwierigkeiten Sie in der letzten Woche bei Ihren gewöhnlichen Tätigkeiten in jedem der unten genannten Bereiche hatten. Bitte füllen Sie die Zahl von 0 bis 10 aus, die das Ausmass Ihrer Schwierigkeiten am besten beschreibt. Unter „gewöhnliche Tätigkeiten“ verstehen wir die Aktivitäten, die Sie ausführten, bevor die Probleme mit Ihrem Handgelenk begannen. Null (0) bedeutet, dass Sie keinerlei Schwierigkeiten hatten und Zehn (10) bedeutet, dass Sie große Schwierigkeiten hatten, dass Sie keine dieser gewöhnlichen Tätigkeit ausführen konnten. Wer Sie eine Tätigkeit niemals ausgeführt haben, kreuzen Sie bitte den Punkt „trifft nicht zu“ an.

12. Persönliche Körperpflege (Anziehen, Waschen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>
13. Hausarbeit (Putzen, Aufräumen, kleine Reparaturen)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>
14. Arbeit (Beruf oder Alltagstätigkeiten)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>
15. Freizeitaktivitäten	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<input type="checkbox"/>

Anhang – Anschreiben



Medizinische Universität Graz

Fragebogen-Nachbefragung nach Ihrer Handgelenks-Operation an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am LKH Graz

Sehr geehrte Damen und Herren,

auf Grund von Unfällen werden an unserer Klinik jährlich dutzende Patientinnen und Patienten mit Brüchen am Handgelenk operiert. Immer wieder werden wir behandelnden Ärztinnen/Ärzte in der Ambulanz und während der OP- Aufklärung mit Fragen konfrontiert, inwiefern sich der operative Eingriff am Handgelenk auf die Arbeit auswirkt, mit welcher Krankheitsdauer zu rechnen ist und wie die Funktion nach der Operation sein wird. Bezüglich der zu erwartenden Funktionalität können wir auf Grund von bereits international durchgeführten Studien gute Prognosen liefern. Jedoch wurde bisher nicht analysiert, mit welcher mittleren Krankheitsdauer zu rechnen ist und wie sich die Operation auf den jeweiligen beruflichen Alltag auswirken wird.

Es ist uns deshalb ein großes Anliegen, für unser steirisches Patientinnen-/Patientenkollektiv Daten zu erheben, um für zukünftige Personen, denen auf Grund eines Bruches eine Operation am Handgelenk bevorsteht, genauere Antworten liefern zu können. Wir wollen herausfinden, wann unsere Patientinnen/Patienten wieder mit ihrer beruflichen Tätigkeit begonnen haben, wie lange sie eingeschränkt waren und wie sich die Funktionalität des Handgelenks entwickelt hat.

Sie werden von uns mit diesem Schreiben angeschrieben, da Sie sich laut unseren Einträgen ebenfalls einen Bruch am Handgelenk zugezogen haben, der operativ versorgt werden **musste**. Zum Zeitpunkt des Operationstages haben Sie sich unterhalb des gesetzlichen Pensionsantrittsalters befunden. Sollten Sie vor Ihrer Operation nicht mehr berufstätig gewesen sein, bitten wir Sie dennoch, an unserem Fragebogen teilzunehmen.

Durch Ihre Teilnahme, die selbstverständlich freiwillig ist, und keinerlei Auswirkung auf Ihr restliches Nachsorgeschema hat, können Sie weiteren Patientinnen/Patienten und uns helfen, präzisere Angaben zu häufig vor der Operation aufkommenden Fragen zu liefern. Durch das Ausfüllen dieses Fragebogens, kommen **KEINE** weiteren Nachbefragungen oder zusätzlichen Untersuchungen auf Sie zu. **Sollten Sie dennoch den Wunsch haben, einen Kontrolltermin wahrzunehmen, dann vereinbaren Sie bitte telefonisch unter 0316/385/13358 einen Termin.**

Alle erhobenen Daten werden nur in anonymisierter Form in Statistiken einbezogen, wodurch keinerlei Rückschlüsse auf Sie möglich sind. Für mögliche Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung, unsere Kontaktdaten finden Sie am Ende des Briefes. Auch besteht die Möglichkeit sich an die Kontaktstelle zum Datenschutz am LKH-Univ.Klinikum (datenschutz@medunigraz.at) und an die Kontaktstelle zum Datenschutz in den Krankenanstalten der KAGes (datenschutz@kages.at) zu wenden.

Version 2.0 vom 21.08.2019

1



Sie haben die Wahl den Fragebogen im beigelegten bereits frankierten Briefumschlag per Post, Fax (0316 385 14806) oder eingescannt (Georg.Hauer@Klinikum-Graz.at) zu übermitteln. Falls Sie gerade keinen Scanner zur Hand haben, können Sie den Fragebogen auch unkompliziert mit Ihrer Handykamera abfotografieren und ebenfalls per Mail schicken.

Falls Sie diesem Schreiben nicht antworten sollten, würden wir Sie gerne noch einmal telefonisch kontaktieren, um sicher zu stellen, dass Sie den Fragebogen erhalten haben und Ihnen die Fragen in diesem Zuge direkt mündlich stellen.

Ansonsten vielen Dank für Ihre Mitarbeit und freundliche Grüße

Kontaktpersonen:

Dr. Georg Hauer

Erreichbar über die Kontaktstelle des Sekretariats: 0316 385 81757

Prof. Patrick Sadoghi

Erreichbar über die Kontaktstelle des Sekretariats: 0316 385 81757